

V. GUNDELACH

Digitales Einzeilen-Anzeigegerät

DK 621.317:681.124-523.8

Bei fast jedem Meßgerät spielt die Ablesbarkeit eine zwar nicht ausschlaggebende, aber doch sehr wesentliche Rolle. So bedeutete auch bei den digitalen Zählgeräten der Übergang von der dualen zur dezimalen Anzeige einen wesentlichen Fortschritt. Die Verwendung stark voneinander abweichender Bauelemente aber ergab dann ebenso unterschiedliche Verfahren für die praktische Ausführung der Anzeige. Bei den Zählverfahren mit Glimmröhren schob sich zunächst die Anordnung der Ziffern einer Dezimalstelle in Kreisform in den Vordergrund, da sich diese Ausführung bei Verwendung dekadischer Zählröhren aus der vorgegebenen Bauform ihrer Elektroden fast von selbst ergibt. Bei Benutzung dualer Schaltstufen bestand die bei den Glimmröhren automatisch vorhandene Kopplung des Schaltzustands mit seiner Anzeige nicht. Es wurden daher stark unterschiedliche Anzeigemethoden entwickelt. Wegen ihres günstigen Preises ist die Katodenstrahlröhre EIT insbesondere in Deutschland sehr verbreitet. Auch Zeigerinstrumente, bei denen ein stufenweise veränderbarer Strom die Anzeige der verschiedenen Ziffern bewirkt, sind in größerem Umfang benutzt worden.

All diesen Verfahren gemeinsam ist eine mangelhafte Übersichtlichkeit, das heißt, es gelingt selbst einem geschulten Beobachter nur schwer, die am Ende einer Zählung angezeigte Zahl mit einem Blick zu erfassen. Deshalb sind Fehlablesungen nicht ausgeschlossen. Der günstigste Betrachtungsabstand ist außerdem eng begrenzt.

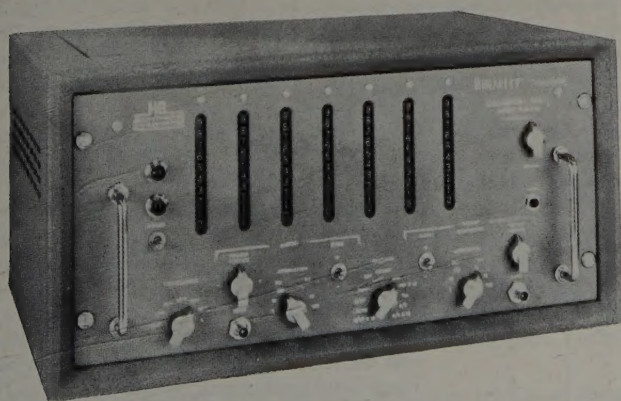


Bild 1. Anzeigegerät mit in senkrechten Streifen angeordneten, von rückwärts durch Glimmlampen beleuchteten Ziffern

Diese Schwierigkeiten werden bei den senkrechten Ziffernstreifen vermieden, die zuerst in amerikanischen Geräten in größerem Umfang verwendet wurden. Bei ihnen erhält man das Zählergebnis in Form einer selbstleuchtenden Zahl (Bild 1) durch rückwärtige Beleuchtung der Ziffern auf einem transparenten Material mittels kleiner Glimmlampen. Die Güte dieser Art der Anzeige wird nur noch durch die

relativ geringe Leuchtkraft und die unterschiedliche Höhenlage der Ziffern einer Zahl beeinträchtigt.

Ein Verfahren zur Beseitigung dieser beiden letzten Mängel ist in dem anschließend beschriebenen Gerät (Berkeley, Typ „5916“¹⁾) verwirklicht worden, wobei als zusätzlicher Gewinn die wesentliche Vergrößerung der einzelnen Ziffern (5 cm gegenüber 1 cm) verbucht werden kann; eine Ablesung ist deshalb auch auf größere Entfernungen (20 m) leicht möglich (Bild 2).



Bild 2. Anzeigegerät Berkeley Typ „5916“ mit durch Glühlampen erleuchteten, die einzelnen Ziffern zusammensetzenden Strichen

Betont werden soll zunächst, daß es sich hierbei nicht um ein Zählgerät, sondern um ein reines Anzeigegerät, also einen Zusatz, handelt. Das Zählgerät, das die Anzeige steuert, zeigt die beschriebenen senkrechten Ziffernkolonnen (eine für jede Stelle), und seine Funktion wird durch den Anschluß des Zusatzes nicht beeinflusst. Die den einzelnen Ziffernkolonnen zugehörigen, als austauschbare Bausteine ausgebildeten Zähldekaden enthalten jeweils 4 Flip-Flop-Stufen. Von jeder Flip-Flop-Stufe führt eine Leitung nach außen, deren Potential gegen Masse vom Schaltzustand der zugehörigen Stufe abhängt. Ein 6stelliges Zählgerät hat also 24 Ausgangsleitungen dieser Art, und die Ziffer jeder Stelle wird durch die Kombination von jeweils 4 Leitungen dargestellt (Bild 3, Tab. I).

Das Anzeigegerät bezieht also seine Information über die Zählung von diesen Leitungen. Rein äußerlich verläuft der Vorgang folgendermaßen: Zeigt zu Beginn einer Zählung das Anzeigegerät die Zahl 000000, so bleibt diese Einstellung während der Zählung erhalten, und erst unmittelbar nach dem Abschlußkommando erscheint das Zählergebnis im Zahlenfeld des Anzeigegerätes, also beispielsweise die Zahl 259470. Wird nun das Zählergebnis auf dem Zählgerät gelöscht und eine neue Zählung begonnen, so bleibt die Zahl im Anzeigegerät bis zum Ende der nächsten Zählung stehen, und erst dann erfolgt die Korrektur auf den neuen Wert, also zum Beispiel 259555. Das Anzeigegerät vermag bis zu 15 Meßwertänderungen pro Sekunde zu verarbeiten, eine Geschwindigkeit, bei der ein Beobachter nur noch einen Bruchteil der Werte erfassen kann.

Der innere Aufbau des Anzeigegerätes folgt dem Schema des steuernden Zählgerätes. Jeder Stelle des Zählergebnisses ist ein gleicher, als Einheit austauschbarer Baustein zugeordnet. Hinzu kommt eine

¹⁾ Vertrieb für die Bundesrepublik: Günther u. Tegetmeyer GmbH, Frankfurt; Beckman Instruments GmbH, München

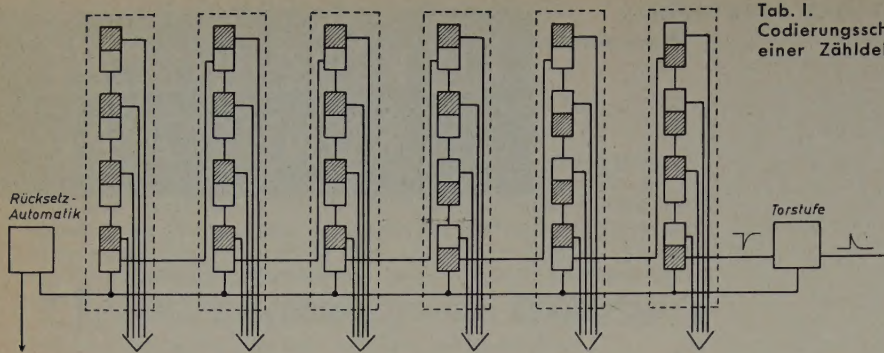


Bild 3. Stark vereinfachtes Schema eines Zählgerätes mit 6 Zähldekaden. Der dargestellte Schaltzustand entspricht der Zahl 000 347

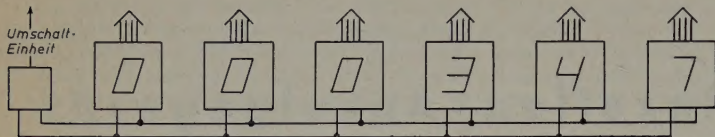


Bild 4. Stark vereinfachtes Schema des sechsstelligen Anzeigergerätes

Verstärker- und eine Kommandostufe für die Umschaltkommandos sowie der Netzteil für die Stromversorgung. Wie aus dem Blockbild (Bild 4) ersichtlich ist, verbinden jeweils 4 Leitungen einen Anzeigebaustein mit der zugehörigen Zähldekade. 2 weitere Leitungen sind zu allen Bausteinen parallelgeschaltet und bewirken die Umschaltung. Im Innern jedes Bausteines, der mit einer gedruckten Schaltung versehen ist, befinden sich je Steuerleitung 1 Triodensystem, also 2 Doppeltrioden, im Anodenkreis jeder Triode ein Relais und auf der Frontseite 7 kleine Glühlampen — also keine Glimmlampen —, die infolge geeigneter Blendenausbildung nach außen als leuchtende, die anzuzeigende Zahl zusammensetzende Striche erscheinen. Die Auswahl der jeweils einzuschaltenden Glühlampen besorgen die Schaltkontakte der 4 Relais.

Im einzelnen spielen sich dann bei einer Umschaltung folgende Vorgänge ab (Bild 5): Ausgelöst wird die Umschaltung am Ende einer Zählung durch einen Spannungssprung von + 3 auf - 20 V. Dieses Kommando wird differenziert und erregt über die Trennröhre $Rö 1$ das Relais $Rel 1$, dessen Kontakt $K 1$ die Katoden der Trioden $Rö 2 \dots Rö 13$ an Masse legt. Dadurch werden alle die Relais $Rel 2$ bis $Rel 25$ erregt, deren zugehöriges Triodensystem eine positive Gittervorspannung hat. Bei Darstellung der Zahl 47 wären das die Triodensysteme $Rö 10b$, $Rö 11a$, $Rö 12a$, $Rö 13a$, $Rö 13b$ (Tab. 2). Jedes erregte Relais schließt dabei einen Selbsthaltekontakt, der über einen Ruhekontakt $K 2$ des Relais $Rel 1$ gleichfalls mit Masse verbunden ist. Alle übrigen Trioden haben eine so hohe negative Vorspannung, daß kein Anodenstrom fließen kann und die zugehörigen Relais in Ruhelage bleiben. Unmittelbar nach dem Verbinden der Katoden-

Tab. I.
Codierungsschema
einer Zähldekade

Zählergebnis	1. Stufe	2. Stufe	3. Stufe	4. Stufe
0	—	—	—	—
1	+	—	—	—
2	—	+	—	—
3	+	+	—	—
4	—	+	+	—
5	+	+	+	—
6	—	—	+	+
7	+	—	+	+
8	—	+	+	+
9	+	+	+	+

leitung mit Masse durch $K 1$ wird die gemeinsame Selbsthalteleitung aller Relais durch $K 2$ kurzzeitig abgeschaltet, so daß alle die Relais $Rel 19$, $Rel 20$, $Rel 22$, $Rel 24$, $Rel 25$, die von einer vorhergegangenen Anzeige erregt waren, deren Triode nun aber eine negative Gittervorspannung bekommen hat, abfallen. Ist $K 2$ wieder geschlossen, so kann $K 1$ öffnen, und das angezeigte Zählergebnis bleibt durch die Funktion der Selbsthaltekontakte so lange gespeichert erhalten, bis eine erneute Zählung beendet ist und im Anschluß an das Auslösekommando vom Zähler die Anzeige in der beschriebenen Weise auf den neuen Wert korrigiert wird. Da somit während eines Zählvorgangs die Trioden $Rö 2 \dots Rö 13$ stromlos sind, kann weder eine Beeinflussung des Zählgerätes durch das Anzeigergerät noch des Anzeigergerätes durch das Zählgerät erfolgen, obwohl die Potentiale der Ver-

Bild 6. Elemente zum Zusammensetzen aller Ziffern

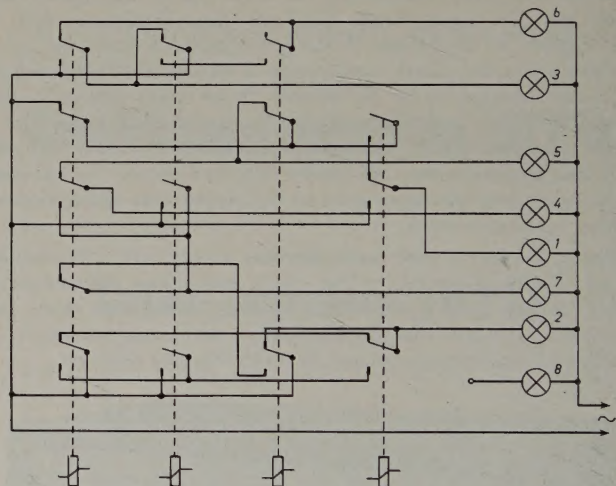
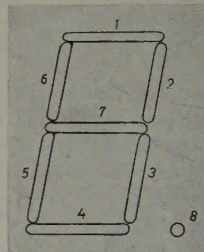


Bild 7. Schaltschema der Kontakte zum Auswählen der Elementkombinationen

bindungsleitungen von den Zähldekaden zu den Bausteinen des Anzeigergerätes während einer Zählung, entsprechend ihrem Fortgang, ständig wechseln. Für die Schaltvorgänge aller Relais ist dabei eine Zeit von etwa 50 ms erforderlich, aus der sich mit einem entsprechenden Sicherheitsfaktor die erwähnte maximale Umschaltfolgefrequenz von 15 Hz ergibt. Die Kürze der Zeit wird dadurch ermöglicht, daß ein Zählergebnis nicht in der gebräuchlichen Art durch zyklische Abfrage einer Ziffer nach der anderen aus dem Zählgerät in den Speicher übertragen wird, sondern alle Ziffern gleichzeitig, also parallel. Zu beschreiben bleibt nun noch die Zusammensetzung der einzelnen Ziffer aus der Information, die in den 4 Relais einer Stelle enthalten

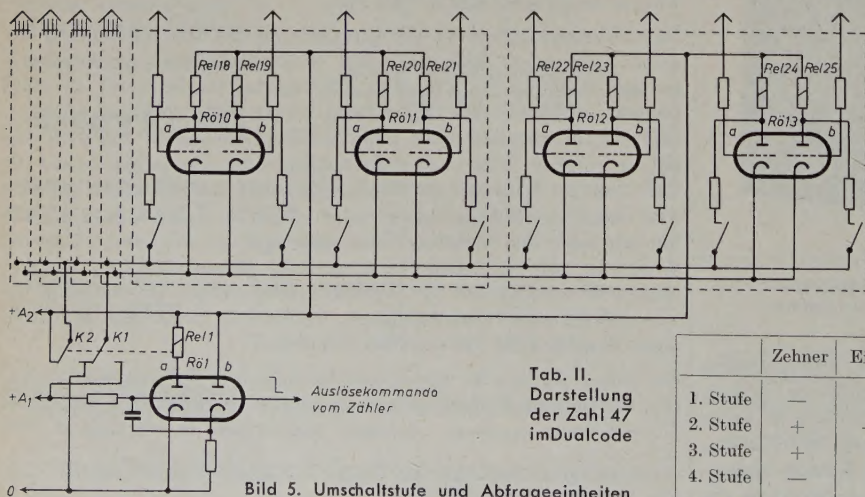


Bild 5. Umschaltstufe und Abfrageeinheiten

Tab. II.
Darstellung
der Zahl 47
im Dualcode

	Zehner	Einer
1. Stufe	—	+
2. Stufe	+	—
3. Stufe	+	+
4. Stufe	—	+

ist. Wie erwähnt, wird jede Ziffer aus bis zu 7 Strichen zusammengesetzt (Bild 6). Die zur Darstellung benötigten Elemente werden durch geeignete Kombination von Kontakten ausgewählt. Jeweils 4 zusammengehörige Relais betätigen diese Kontakte. Aus Bild 7 ist die dafür notwendige Leitungsführung zu ersehen. Die frontseitigen Öffnungen der trichterförmigen Blenden, durch die aus der punktförmigen Lichtquelle der Glühlampe der gewünschte Strich geformt wird, sind durch eine kräftig rot gefärbte Platte aus durchscheinendem Kunststoff nach außen abgedeckt, so daß die angezeigte Zahl durch ihre rote Farbe sich gut gegen alle übrigen Lichtquellen abhebt und auch in einer durch Staub oder Dampf getrübbten Atmosphäre auf größere Entfernungen gut erkennbar bleibt. Auch kräftiges Auflicht beeinträchtigt die Ablesbarkeit im Gegensatz zur Anzeige durch Glimmlampen nur unwesentlich. Die schnelle Erfassung der — aus Gründen der Konstruktion — etwas bizarren Ziffernformen bereitet gelegentlich anfangs einige Mühe. Nach Gewöhnung an das neuartige Bild sind jedoch keine Ableseschwierigkeiten mehr zu erwarten. Je Ziffer ist noch eine 8. Glühlampe vorhanden, die bei Bedarf das Einfügen eines Kommas ermöglicht.

Durch den Aufbau aus gleichartigen Bausteinen, deren Kommandoleitungen parallelgeschaltet werden können, ist eine Anpassung an jede anzuzeigende Stellenzahl möglich. Serienmäßig werden bis zu 6 Stellen in einem Gerät vereinigt, ohne daß dies die technisch mögliche obere Grenze bedeutet.

M. KALTHOFF

Mitteilung aus dem Applikationslabor der Valvo GmbH, Hamburg-Stellingen

Demonstrationsmodell eines einfachen repetierenden Analogrechners für lineare Rechenoperationen

DK 681.142-83 (086.5)

Viele physikalische Probleme lassen sich durch Differentialgleichungen (Dgl.) oder Systeme von solchen beschreiben. Die Darstellung eines zu untersuchenden Vorganges als Funktion einer unabhängigen Variablen (meist der Zeit) ergibt sich durch Lösung der den Vorgang beschreibenden Dgl. Selbst wenn letztere elementar lösbar ist, wird oft der mathematisch-theoretische Lösungsweg verlassen, da durch Versuchsreihen ermittelte, empirische Ergebnisse unter Umständen schneller zum Erfolg führen oder die notwendige Rechenarbeit gescheut wird. Aus dieser Erkenntnis heraus wurden schon vor Jahrzehnten Versuche unternommen, mechanische Einrichtungen zu entwickeln, die sich im Rahmen einer vorgegebenen Dgl. bewegen können, das heißt, dem mathematisch entwickelten physikalischen Problem wurde ein mechanisches Analogon nachgebildet. Diese mechanischen Analog-Rechengenäte arbeiten wohl mit ausgezeichneter Genauigkeit, jedoch sehr langsam, und zudem sind ihre Herstellungskosten infolge der hier erforderlichen feinmechanischen Präzision recht hoch. Beim heutigen Stand der Elektronik lag es nahe, die schwerfällig zu handhabenden mechanischen Analogiegrößen durch elektrische zu ersetzen. Entscheidend vorangetrieben wurde die Entwicklung in dieser Richtung durch die amerikanische Forschung gegen Ende des letzten Krieges und unmittelbar danach [1, 2]. Heute sind elektronische Analogrechner amerikanischer Herkunft im Handel, die fast allen von seiten der entwickelnden Industrie an sie zu stellenden Forderungen gerecht werden.

In Deutschland ist erst in neuerer Zeit, vor allem infolge wachsenden Anfalls regeltechnischer Probleme, das Interesse an solchen Geräten gestiegen, so daß sich inzwischen auch einheimische Firmen mit der Entwicklung und Herstellung von elektronischen Analogrechnern befassen. Bei dem vorliegenden Demonstrationsmodell handelt es sich um ein Gerät, das den Rechenvorgang in schneller Folge wiederholt. Obwohl Analogrechner dieser Art bisher wenig gebräuchlich sind [3, 4], verdienen sie gewisser Vorteile wegen einige Beachtung. Wesentlich ist vor allem, daß die oszillografische Aufzeichnung eine sofortige Beobachtung jeder beliebigen Parameteränderung gestattet.

Aus der Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten seien nur einige herausgegriffen. So lohnt sich ein Einsatz überall dort, wo eine deutliche, gut sichtbare Ablesbarkeit von Zählergebnissen ohne besondere Konzentration erreicht werden soll, sei es, weil gleichzeitig andere, weniger gut erkennbare Anzeige- und Meßgeräte bedient und beobachtet werden müssen, sei es, weil das Zählgerät von ungeschultem Personal benutzt wird, bei dem Ablesefehler so weit wie irgend möglich ausgeschaltet werden sollen. Auch kommt eine Anwendung häufig dann in Frage, wenn das Zählergebnis noch aus einer größeren Entfernung und von verschiedenen Standpunkten beobachtet werden soll. Besonders vorteilhaft wirkt sich dabei aus, daß das Verbindungskabel zwischen Anzeige- und Zählgerät bis zu 30 m lang sein darf, das Anzeigegerät also beispielsweise in einem Kontrollraum untergebracht werden kann, während das Zählgerät in der Nähe der Meßstelle bleibt.

Eine besonders interessante Anwendung ist die Registrierung schnell aufeinanderfolgender Einzelmessungen mittels des Einzeilen-Anzeige-gerätes unter Zuhilfenahme einer Schmalfilmkamera. Am zweckmäßigsten ist dabei die Verwendung einer Kamera mit Einzelbildauslösung, die über eine geeignete Hilfsschaltung vom Zählgerät gesteuert wird. Wegen der relativ hohen Lichtstärke der leuchtenden Ziffern kann man dann bei Bedarf die volle Umschaltgeschwindigkeit des Anzeigeegerätes mit 15 Meßwerten je Sekunde ausnutzen.

(eingegangen am 19. Aug. 1957)

Für alle Aufgabenstellungen, bei denen die Koeffizienten, Anfangswerte oder Störfunktionen der Dgl. nicht von vornherein festliegen, sondern für eine geforderte Lösung zu ermitteln sind, ergibt sich hierdurch eine beträchtliche Zeitersparnis.

1. Durchführung der elektronischen Addition und Integration

Da der zu beschreibende Analogrechner ausschließlich für lineare Rechenoperationen anwendbar ist, sollen im folgenden nur die hierzu erforderlichen Grundprinzipien der Summierung und Integrierung von Spannungen betrachtet werden. In welcher Weise mit Hilfe dieser beiden Rechnungsarten Systeme von linearen Dgl. mit konstanten Koeffizienten gelöst werden können, wird am Schluß des Aufsatzes an Rechnungsbeispielen erläutert.

1.1 Addition

Zur Summierung mehrerer Spannungen wird ein Gleichspannungsverstärker GV verwendet, der durch einen zwischen Ausgang und Eingang liegenden Widerstand R_0 gegengekoppelt ist (Bild 1). Die zu addierenden Spannungen $u_1 \dots u_n$ werden über Widerstände $R_1 \dots R_n$ dem Eingang des Verstärkers zugeführt. Wird der Betrag der Verstärkung mit V bezeichnet und die am Ausgang erscheinende Spannung mit u_0 , so muß die am Eingang liegende $-\frac{u_0}{V}$ sein. Das negative Vorzeichen erscheint wegen der Zeichenumkehr des Verstärkers.

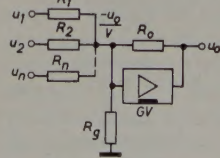


Bild 1. Summierer

Unter Berücksichtigung eines endlichen Eingangswiderstandes R_g folgt aus der Stromverteilung unmittelbar die Beziehung

$$\left(u_1 + \frac{u_0}{V}\right) \frac{1}{R_1} + \dots + \left(u_n + \frac{u_0}{V}\right) \frac{1}{R_n} = \left(-\frac{u_0}{V} - u_0\right) \frac{1}{R_0} - \frac{u_0}{V} \cdot \frac{1}{R_g}$$

bzw.
$$\sum_{i=1}^n \frac{u_i}{R_i} + \frac{u_0}{V} \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i} = -\frac{u_0}{V} \left(\frac{1}{R_0} + \frac{1}{R_g} \right) - \frac{u_0}{R_0}$$

und nach Umformung

$$u_0 \left[1 + \frac{1}{V} \left(1 + \frac{R_0}{R_g} + R_0 \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i} \right) \right] = -R_0 \sum_{i=1}^n \frac{u_i}{R_i}$$

Wenn

$$\frac{1}{V} \left[1 + \frac{R_0}{R_g} + R_0 \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i} \right] \ll 1$$

kann man schreiben

$$u_0 = -R_0 \left[1 - \frac{1}{V} \left(1 + \frac{R_0}{R_g} + R_0 \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i} \right) \right] \sum_{i=1}^n \frac{u_i}{R_i} \quad (1)$$

Für $V \rightarrow \infty$ wird

$$u_0^* = -R_0 \sum_{i=1}^n \frac{u_i}{R_i} \quad (2)$$

Die Eingangsspannungen erscheinen also, jede mit dem zugehörigen Faktor R_0/R_i multipliziert, als Summe am Ausgang des Verstärkers. Der relative Fehler infolge endlicher Verstärkung ergibt sich aus Gl. (1) und (2) zu

$$\frac{u_0 - u_0^*}{u_0^*} = -\frac{1}{V} \left(1 + \frac{R_0}{R_g} + R_0 \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i} \right) \quad (3)$$

Wie man sieht, wird er durch das Verhältnis R_0/R_i und die Zahl der Eingänge beeinflusst. Der Eingangswiderstand R_g verursacht den gleichen Fehler wie ein zusätzlicher Widerstand R_{n+1} .

1.2 Integration

Wird in dem beschriebenen Summierer (Bild 1) der Gegenkopplungswiderstand R_0 durch eine Kapazität C_0 ersetzt, so erhält man einen sogenannten Summenintegrator (Bild 2). Als Ausgangsspannung u_0 soll hier das Summenintegral der mit gewissen Faktoren versehenen Eingangsspannungen $u_1 \dots u_n$ erscheinen. Die Übertragungseigenschaften lassen sich ebenfalls nach Gl. (1) bestimmen, wenn R_0 durch $1/s C_0$ ersetzt wird.

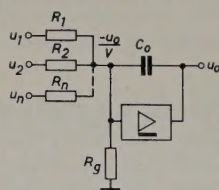


Bild 2. Summenintegrator

$$u_0(s) = -\frac{1}{s C_0} \left[1 - \frac{1}{V} \left\{ 1 + \frac{1}{s C_0} \left(\frac{1}{R_g} + \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i} \right) \right\} \right] \sum_{i=1}^n \frac{u_i(s)}{R_i} \quad (4)$$

Für $V \rightarrow \infty$ wird

$$u_0^*(s) = -\frac{1}{s C_0} \sum_{i=1}^n \frac{u_i(s)}{R_i} \text{ und } u_0^*(t) = -\frac{1}{C_0} \int \sum_{i=1}^n \frac{u_i(t)}{R_i} dt, \quad (5)$$

das heißt, die Eingangsspannungen werden mit den zugehörigen konstanten Faktoren $1/R_i C_0$ multipliziert, diese Spannungen addiert und aus der Summe das Integral gebildet. Entsprechend gilt natürlich für nur eine zugeführte Eingangsspannung

$$u_0^*(t) = -\frac{1}{R_1 C_0} \int u_1 dt$$

Der Integrationsfehler infolge endlicher Verstärkung läßt sich abschätzen, wenn man einmal annimmt, alle u_i seien Spannungssprünge. Es ist dann $u_i(s) = U_i/s$ zu setzen, und der absolute Fehler wird

$$u_0(s) - u_0^*(s) = \frac{1}{V} \left[\frac{1}{s^2 C_0} + \frac{1}{s^3 C_0^2} \left(\frac{1}{R_g} + \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i} \right) \right] \sum_{i=1}^n \frac{U_i}{R_i}$$

Durch Rücktransformation in den Zeitbereich erhält man

$$u_0(t) - u_0^*(t) = \frac{1}{V} \left[\frac{t}{C_0} + \frac{1}{2} \frac{t^2}{C_0^2} \left(\frac{1}{R_g} + \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i} \right) \right] \sum_{i=1}^n \frac{U_i}{R_i}$$

Mit $u_0^*(t) = -\frac{t}{C_0} \sum_{i=1}^n \frac{U_i}{R_i}$ ergibt sich hieraus der relative Fehler zu

$$\frac{u_0(t) - u_0^*(t)}{u_0^*(t)} = -\frac{1}{V} \left[1 + \frac{1}{2} \frac{t}{C_0} \left(\frac{1}{R_g} + \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i} \right) \right] \quad (6)$$

Der relative Fehler infolge endlicher Verstärkung wächst demnach mit der Integrationszeit und wird durch möglichst große Zeitkonstanten $R_i C_0$ im günstigen Sinne beeinflusst. Der Verstärker-Eingangswiderstand R_g hat auch hier die gleiche Fehlerwirkung wie ein zusätzlicher Widerstand R_{n+1} gleicher Größe.

2. Beschreibung des Gerätes

Bei dem im Applikationslabor der Valvo GmbH entwickelten Demonstrationsmodell eines Analogrechners handelt es sich um ein ausschließlich repetierend arbeitendes Gerät, das den Rechenvorgang hinreichend schnell (wahlweise 50- oder 25mal je s) wiederholt, um die Lösungsfunktionen flimmerfrei auf dem Schirm einer normalen Katodenstrahlröhre sichtbar machen zu können. Selbstverständlich müssen dementsprechend die Rechenzeiten relativ kurz werden (10 beziehungsweise 20 ms), was im allgemeinen jedoch nicht stört, da sich für alle Anwendungen, bei denen die zu lösende Aufgabe in Form einer Dgl. vorliegt, der Zeitbereich auf den des Rechners transformieren läßt. Ausgeschlossen ist allerdings die Verwendung als „Simula-

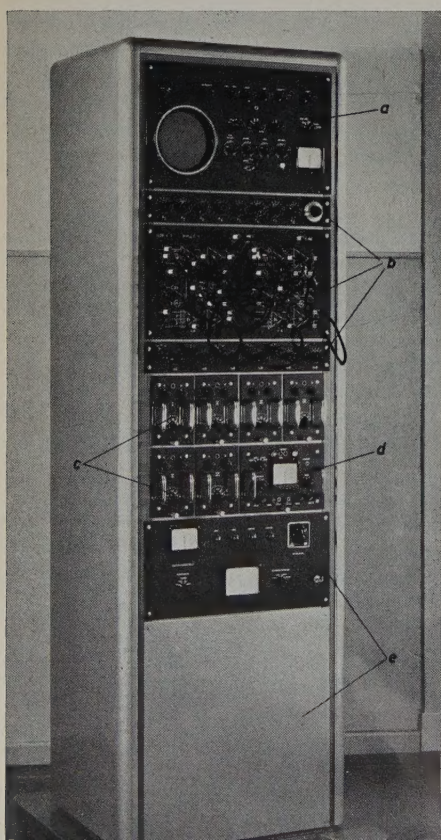


Bild 3. Gesamtansicht des Analogrechners (Werkaufnahme Valvo)

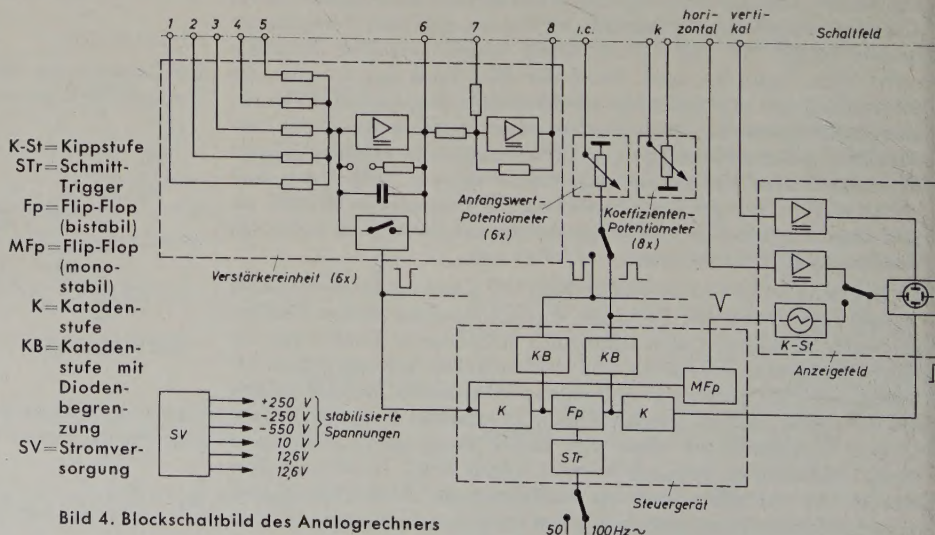


Bild 4. Blockschaltbild des Analogrechners

tor“, wie zum Beispiel als Regler zur direkten Beeinflussung von Regelstrecken, da hierbei der Rechner im wirklichen Zeitbereich der Regelvorgänge arbeiten muß, die in den meisten Fällen einen erheblich längeren Zeitraum nach 10 oder 20 ms beanspruchen.

Obwohl dieser einfache repetierende Analogrechner im Vergleich zu Langzeitrechnern eine um etwa eine Größenordnung geringere Genauigkeit hat, ist er dort überlegen, wo aus einer Vielzahl von Parameterkombinationen möglichst schnell die günstigste ermittelt werden soll. Da zudem der Aufwand, gemessen an dem des Langzeitrechners, vergleichsweise gering ist, wäre er in vielen Fällen als brauchbare Ergänzung einer größeren Anlage zu denken, wo er der schnellen, übersichtlichen Ermittlung günstiger Lösungen dienen könnte, die nur noch im Bedarfsfall mit höherer Genauigkeit nachgerechnet werden müßten. Weiterhin könnte ein Rechner dieser Art als Übungsgerät zum Erlernen der Aufstellung von Kopplungsplänen dienen.

Aus der Gesamtansicht (Bild 3) ist die Anordnung der in dem vereinfachten Blockschaltbild (Bild 4) angegebenen Baugruppen zu erkennen. In Augenhöhe befindet sich das Anzeigefeld *a* mit der Kathodenstrahlröhre und zwei Gleichspannungsverstärkern für Horizontal- und Vertikalablenkung. Für interne, zeitproportionale Ablenkung ist zudem eine Kippstufe *K-St* vorhanden. In der rechten unteren Ecke des Feldes befindet sich das Nullinstrument zum Abgleich der Verstärker und Rechenpotentiometer. Alle für die gewünschte Rechen-

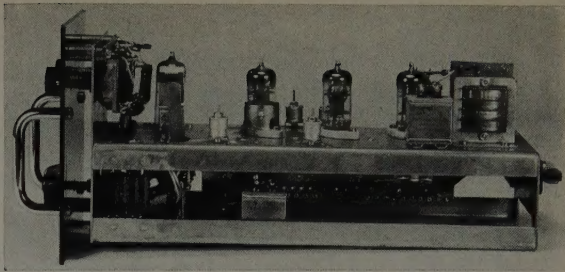


Bild 6. Verstärkereinheit (Werkaufnahme Valvo)

Kondensatorentladung nach jedem Rechenvorgang wird von der Schaltstufe übernommen. Die Schaltstufe E 80 CC liegt mit ihren antiparallelgeschalteten Systemen zwischen Eingang und Ausgang des Summenintegrierers. Der mäanderförmige Steuerimpuls ist während der Rechenzeit negativ; beide Röhrensysteme sind dann gesperrt. In der gleichlangen Rechenpause wird er positiv, und der parallel liegende Kondensator kann sich je nach Polarität seiner Ladung über eines der beiden Systeme entladen [5].

Für den Nullpunktgleich der Verstärker ist ein Relais bestimmt, das mit den Kontakten *r 1, r 2, r 3* die Eingänge abtrennt und einen Gegenkopplungswiderstand zum Verstärker *a* parallel schaltet. Die Glimmlampe *Gl* zeigt die Übersteuerung beider Verstärker an und ist mit *R 18* so einjustiert, daß sie aufleuchtet, wenn eine Spannungs-

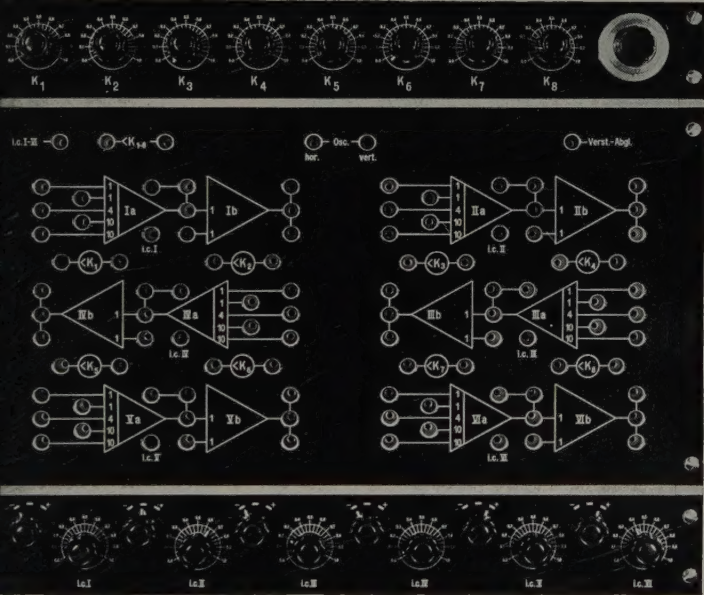


Bild 5. Bedienungsfeld (Werkaufnahme Valvo)

operation erforderlichen Steckverbindungen und Potentiometer-einstellungen sind im zentralen Bedienungsfeld *b* (Bild 3 und Bild 5) durchzuführen. Es enthält in der oberen Zeile acht Koeffizienten-Potentiometer. Im mittleren Teil sind alle Ein- und Ausgänge der Verstärkereinheiten, der Anfangswert- und Koeffizienten-Potentiometer, des Anzeigefeldes und des Nullinstrumentes zusammengefaßt. Sechs Anfangswert-Potentiometer mit den zugehörigen Polaritäts-umschaltern bilden die untere Zeile. Die Koeffizienten- wie auch die Anfangswert-Potentiometer können einschließlich ihrer am Abgriff liegenden Last mit Hilfe des in der oberen Zeile rechts außen befindlichen *Helipot*-Potentiometers im Brückenabgleich geeicht werden. Unterhalb des Bedienungsfeldes sind die als Einschübe ausgebildeten sechs Verstärkereinheiten *c* und die Steuereinheit *d* (Bild 3) angeordnet. Der restliche Raum *e* wird von der stabilisierten Stromversorgung und deren Kontrolle eingenommen.

3. Verstärkereinheit

Der wesentlichste Baustein des Gerätes ist die Verstärkereinheit (Bild 6), in der zwei Gleichspannungsverstärker von übereinstimmendem Aufbau und eine Schaltstufe zusammengefaßt sind. Der Verstärker *a* (Bild 7) kann wahlweise als Summierer mit *R 9* oder als Summenintegrierer mit *C 1...C 4* verwendet werden. Verstärker *b* ist als Zeichenumkehrer geschaltet und bietet außerdem die Möglichkeit, über Anschluß *7* eine Anfangsbedingung einzugeben. Die Aufgabe der

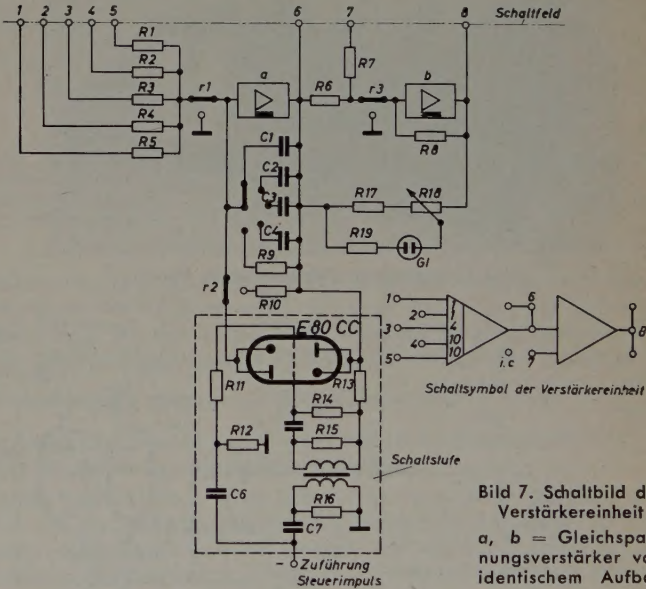
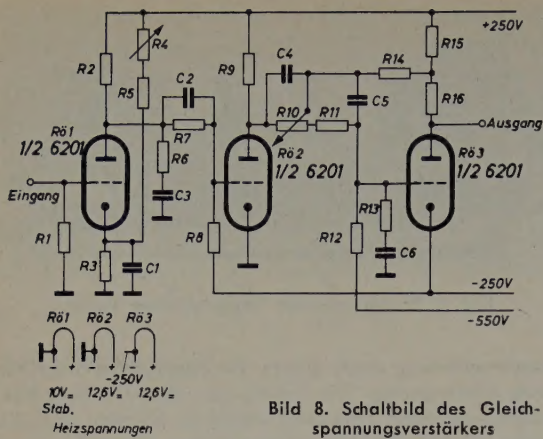


Bild 7. Schaltbild der Verstärkereinheit
a, b = Gleichspannungsverstärker von identischem Aufbau

differenz von $> 100\text{ V}$ zwischen beiden Verstärkerausgängen auftritt. Aus der Symbolskizze im Bild 7 sind die Zuführungen der Ein- und Ausgänge zum entsprechend beschrifteten Schaltfeld (Bild 5) zu erkennen.

Bild 8 zeigt das Schaltbild des dreistufig aufgebauten Gleichspannungsverstärkers. Um mit möglichst geringem Aufwand auszukommen, wurden die zwei Verstärker einer Einheit mit drei Doppeltrioden *Valvo 6201* bestückt, wobei jede Röhre auf die einander entsprechenden Stufen beider Verstärker aufgeteilt ist. Von der Verwendung einer Differenzverstärker-Eingangsstufe ist abgesehen worden, weil bei den vorhandenen kurzen Rechenzeiten die Nullpunkt Konstanz unkritischer ist als bei Langzeitrechnern. Durch hinreichende Stabilisierung aller Anodenspannungen und der Heizspannung der ersten Stufe wird erreicht, daß das Schirmbild über mehrere Stunden praktisch unverändert stehenbleibt. Eine etwa erforderliche Nullpunkt-Korrektur kann mit *R 4* vorgenommen werden. Für hinreichende Stabilität des Verstärkers unter allen vorkommenden Gegenkopplungs- und Belastungs-Impedanzen sorgen die beiden Kompensationsglieder *R 6, C 3* und *R 13, C 6*. Die Ausgangsstufe ist stark gegengekoppelt und kann bei einer Belastung von $\geq 15\text{ k}\Omega$ bis maximal $\pm 50\text{ V}$ angesteuert werden. Der Verstärker



hat eine Verstärkungsziffer von 1200 bei einer Bandbreite von 10 kHz. Für den Amplitudenfehler infolge mangelnder Bandbreite sei als Beispiel angegeben, daß er bei einer Aufzeichnung von 10 Sinusperioden und einer Rechenzeit von 10 ms kleiner als 1 % bleibt [3]. Der Verstärkungsfehler ist vom jeweiligen Kopplungsplan abhängig. Er läßt sich nach Gl. (3) und (6) abschätzen und gegebenenfalls durch Berücksichtigung bei der Koeffizienten-Einstellung verringern.

4. Steuergeräte

Alle zur Steuerung des Repetitionsvorganges erforderlichen Impulse werden vom Steuerteil geliefert (Bilder 3, 9 und 10). Aus einer Sinusspannung von 100 oder 50 Hz erzeugt eine Schmitt-Triggerstufe *S-T* negative Impulse gleicher Folgefrequenz, die eine bistabile Flip-Flop-Stufe *Fp* steuern. Diese liefert zwei gegenphasige Mäanderspannungen mit einer Periodendauer von 20 beziehungsweise 40 ms, von denen die verschiedenen Steueraufgaben übernommen werden. Über zwei Katodenstufen *KB* werden den Anfangswert-Potentiometern positive und negative Rechteckimpulse von der Dauer der Rechenzeit (10 beziehungsweise 20 ms) zugeführt (Bild 4). Für die genaue Begrenzung der Impulsamplitude auf ± 50 V sind zwei Dioden *Rö 8*, *Rö 9* (Bild 10) vorhanden, deren Katoden- bzw. Anodenpotentiale mit *R 32* und *R 23* variiert werden können. Die Eichung der Nullage geschieht durch die Potentiometer *R 28* und *R 20*. Wenn beide Impulse in annähernd richtiger Größe vorhanden sind, ist die Kontroll-Glimmlampe *Gl 2* gezündet.

Ein während der Rechenzeit negativer, in der Rechenpause positiver Steuerimpuls wird über die Katodenstufe $K/R\ddot{o} 5$ den Schaltstufen der Verstärkereinheiten und dem Eingang einer monostabilen Flip-Flop-Stufe $M-Fp$ zugeführt. Letztere liefert an ihrem Ausgang einen mittels $R 5 I$ verschiebbaren, negativen Triggerimpuls, der zum Anstoßen der Kippstufe $K-St$ verwendet wird. Der Kippvorgang kann so zu einem beliebigen Zeitpunkt der Rechenperiode eingeleitet werden und ermöglicht bei hinreichend klein eingestellter Kippzeit eine abschnittsweise Dehnung des Oszillogramms. Über eine weitere Katodenstufe $K/R\ddot{o} 6$ wird der Katodenstrahl für die Dauer des Rechenvorganges hellgetastet.

5. Durchführung der Rechenoperation

Beispiel I

Zur Erläuterung der Aufstellung des Kopplungsplanes und der hierzu erforderlichen Maßstabumwandlungen sei zunächst die einfache Dgl.

$$\frac{dy}{dx} = 0,2 y \quad \text{behandelt.}$$

Gesucht wird beispielsweise die Lösung für $y_0 = 0,25$ im Bereich $0 < x < 10$. Zunächst ist die gegebene Dgl. durch die Wahl geeigneter Maßstabsfaktoren so umzuwandeln, daß sie vom Rechner verarbeitet

werden kann. Die maximale Aussteuerbarkeit der Verstärker von ± 50 V wird als Maschineneinheit ME festgesetzt. Damit bewegt sich die Maschinenvariable Y in den Grenzen $-1 < Y < +1$ ME. Als Maschinenzeiteinheit MZE soll die Dauer eines Durchlaufes (10 ms) definiert werden, so daß für die Maschinenzzeit $0 < \tau < 1$ MZE gilt. Mit Hilfe der frei wählbaren Maßstabsfaktoren $m_y = Y/y$ und $m_x = \tau/x$ muß nun derart substituiert werden, daß die gegebenen

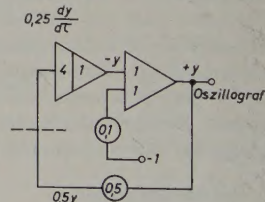


Bild 11.
Kopplungsplan zum Beispiel 1

Bild 10.
Schaltbild des Steuergerätes

Bereiche für Y und τ weitgehend ausgenutzt, jedoch nicht überschritten werden. Die vorliegende Dgl. wird mit $m_y = 0,4$ ME und $m_x = 0,1$ MZE in die Maschinengleichung

$$\frac{m_x}{m_y} \cdot \frac{dY}{d\tau} = \frac{1}{m_y} \cdot 0,2 Y \text{ mit } Y_0 = m_y y_0$$

beziehungsweise $0,25 \frac{dY}{d\tau} = 0,5 Y$ mit $Y_0 = 0,1$ ME überführt.

Diese Gleichung kann durch den im Bild 11 (die Ziffern im Summenintegrierer-Symbol bedeuten links die von R_i und rechts die von C_0 herrührenden Verstärkungsfaktor-Anteile. Das Produkt aus beiden

ergibt den Verstärkungsfaktor $\frac{1}{R_i C_0}$ in $\frac{1}{\text{MZE}}$) gezeigten Kopplungsplan nachgebildet werden. Die linke Seite der Dgl. wird als bereits vorhanden gedacht und einem Integrator mit dem Verstärkungsfaktor -4 zugeführt. An dessen Ausgang erscheint $-Y$ und hinter dem nachgeschalteten Zeichenumkehrer $+Y$. Wird $+Y$ durch ein Koeffizienten-Potentiometer mit dem Faktor $0,5$ versehen, erhält man die rechte und damit ebenfalls die ursprünglich nur gedachte linke Seite der Dgl., die jetzt auf den Eingang des Integrators gegeben

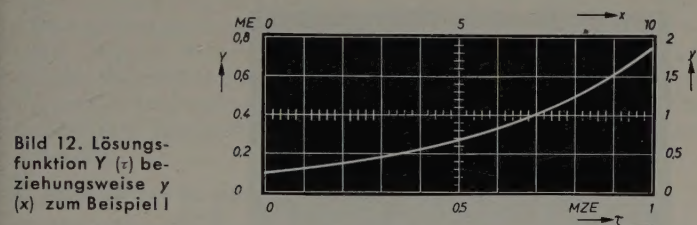


Bild 12. Lösungs-funktion $Y(\tau)$ beziehungsweise $y(x)$ zum Beispiel I

werden kann. Es ist so ein Kreis gebildet, der sich nach Zuführung der Anfangsbedingung (an der Stelle $-Y \rightarrow -Y_0 = -0,1$ ME) nur im Rahmen der vorgeschriebenen Dgl. bewegen kann und an der Stelle $+Y$ die gewünschte Lösungsfunktion liefert (Bild 12).

Beispiel II

Die Darstellung eines Systems von Dgl. soll an dem Beispiel zweier kapazitiv gekoppelter Schwingkreise erläutert werden (Bild 13). Der zeitabhängige Verlauf der Ladungen q auf den Kondensatoren wird durch ein System von zwei linearen Dgl. II. Ordnung beschrieben.

$$p^2 q_1 = -\left(\frac{R}{L} p q_1 + \frac{1}{LC} q_1 + \frac{1}{LC_{12}} q_2\right)$$

$$p^2 q_2 = -\left(\frac{R}{L} p q_2 + \frac{1}{LC} q_2 + \frac{1}{LC_{12}} q_1\right)$$

$$p = \frac{d}{dt}, C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

Als Anfangsbedingung soll gelten:

$$(q_1)_{t=0} = q_{10}, (q_2)_{t=0} = 0, (i_1)_{t=0} = (i_2)_{t=0} = 0.$$

Für die Werte $C_1 = C_2 = 0,66 \mu\text{F}$, $C_{12} = 2 \mu\text{F}$, $L = 50 \text{ mH}$, $R = 10 \Omega$ erhält man

$$p^2 q_1 = -(2 \cdot 10^2 p q_1 + 4 \cdot 10^7 q_1 + 0,99 \cdot 10^7 q_2)$$

$$p^2 q_2 = -(2 \cdot 10^2 p q_2 + 4 \cdot 10^7 q_2 + 0,99 \cdot 10^7 q_1)$$

Als Anfangswert sei $q_{10} = 50 \mu\text{As}$ angenommen.

Mit den Maßstabsfaktoren $m_q = 10^4 \text{ ME/As}$ und $m_t = 10^2 \text{ MZE/s}$ ergibt sich die Umwandlung in eine geeignete Maschinengleichung.

$$10^{-3} p^2 Q_1 = -(2 \cdot 10^{-3} P Q_1 + 4 Q_1 + 0,99 Q_2)$$

$$10^{-3} p^2 Q_2 = -(2 \cdot 10^{-3} P Q_2 + 4 Q_2 + 0,99 Q_1)$$

$$P = \frac{d}{d\tau}, Q_{10} = 0,5 \text{ ME}$$

Den Kopplungsplan für dieses Gleichungssystem zeigt Bild 14. Die Dgl. werden jede für sich nach der im Beispiel I angegebenen Weise nachgebildet, wobei hier natürlich zweimal zu integrieren ist, da die Gleichungen von II. Ordnung sind. Die in Nachbildung A fehlende Größe Q_1 wird B entnommen und dem Eingang von A über ein Koeffizienten-Potentiometer zugeführt. Das gleiche gilt entsprechend für B. Die Anfangsbedingung wird dem Summenintegrierer von A zugeführt, der unter anderem auch $-4 Q_1$ erhält, das heißt, es müssen

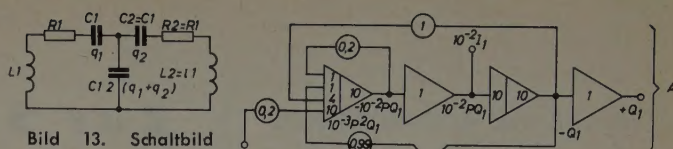
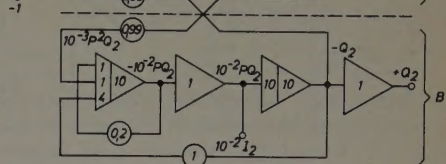


Bild 13. Schaltbild zweier kapazitiv gekoppelten Kreise

Bild 14. Kopplungsplan zum Beispiel II



hier $-4 Q_{10} = -2 \text{ ME}$ eingegeben werden. Dieser Wert ergibt sich aus dem Produkt des Eingangsfaktors 10 mit dem Faktor $0,2$ des Anfangswert-Potentiometers. Als Beispiel der Auswertung zeigt Bild 15 den Verlauf der Lösungsfunktion $Q_1(\tau)$. Aus $q = Q/m_q$ und $t = \tau/m_t$ ergibt sich die Rücktransformation von ME in As und MZE in s, so daß man nach diesen Maßstäben auch unmittelbar $q_1(t)$ ab-

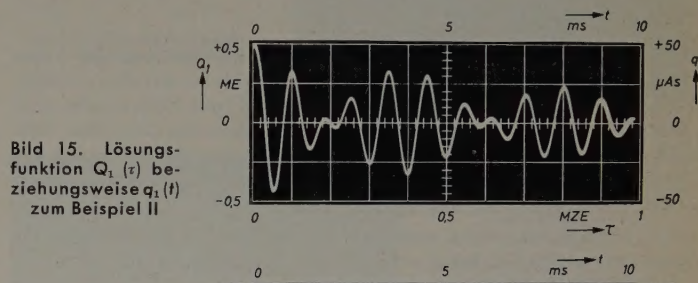
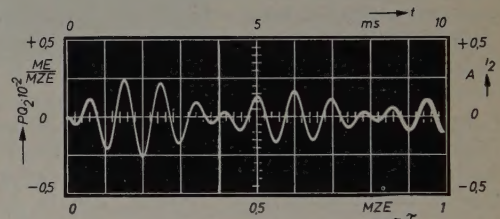


Bild 15. Lösungs-funktion $Q_1(\tau)$ beziehungsweise $q_1(t)$ zum Beispiel II

Bild 16. Lösungs-funktion $10^{-2} P Q_2(\tau)$ beziehungsweise $i_2(t)$ zum Beispiel II



lesen kann. In gleicher Weise läßt sich an den entsprechenden Punkten $Q_2(\tau)$, $10^{-2} P Q_1(\tau) = 10^{-2} I_1(\tau)$ und $10^{-2} P Q_2(\tau) = 10^{-2} I_2(\tau)$ betrachten. Bei den letzten beiden Funktionen ist zu beachten, daß die Amplitudenwiedergabe in ME/MZE erfolgt, der ursprüngliche Strommaßstab also durch Multiplikation mit $\frac{m_t}{m_q} = 10^{-2} \text{ A} \frac{\text{MZE}}{\text{ME}}$

entsteht. Als Beispiel hierfür zeigt Bild 16 die Funktion $10^{-2} P Q_2(\tau)$ bzw. $i_2(t)$ mit den zugehörigen Maßstäben.

In der beschriebenen Weise können von dem Gerät homogene Dgl. bis zur VI. Ordnung mit beliebig gegebenen Anfangswerten verarbeitet werden, desgleichen Systeme von solchen, die insgesamt ein Problem gleicher Ordnung darstellen. Störfunktionen lassen sich nur erzeugen, soweit sie mit Hilfe linearer Rechenoperationen darstellbar sind, wie beispielsweise $F(t) = t^2$, e^{at} , $\sin at$. In welchem Umfang inhomogene Dgl. lösbar sind, hängt damit von der Nachbildungsmöglichkeit der Störfunktionen und der hierzu erforderlichen Anzahl von Verstärkereinheiten ab.

Für die Abbildung von Parameterdarstellungen ist außer der zeitlinearen auch eine beliebige externe Horizontalablenkung über den zweiten Gleichspannungsverstärker des Anzeigefeldes (Bild 3) vorgesehen. Wird zum Beispiel aus dem Koppelplan (Bild 14) $Q_1(\tau)$ dem Vertikal- und $I_1(\tau)$ dem Horizontalverstärker zugeführt, so erhält man die Abbildung $Q_1 = f(I_1)$ mit τ als Parameter.

Schrifttum

- [1] Korn, G. A., u. Korn, T. M.: Electronic analog computers. New York 1956, McGraw-Hill
- [2] Johnson, C. L.: Analog computer techniques. New York 1956, McGraw-Hill
- [3] McNee, A. B.: An electronic differential analyzer. Proc. Inst. Radio Eng. Bd. 37 (1949) S. 1315—1324
- [4] Dhen, W.: Schaltungsprinzipien und Eigenschaften eines repetierenden elektronischen Analogrechners. Elektrotechn. Z.-A Bd. 78 (1957) S. 490—494
- [5] Heggs, P.: Principles and application of electronic analogue computers. Electron. Engng. Bd. 28 (1956) S. 168—170 (Teil 2)

(eingegangen am 7. Sept. 1957)

R. FÄLKER und E. E. HÜCKING

Zur Schirmbild - Fotografie

DK 621.317.755:77

Die fotografische Aufzeichnung der Schirmbilder von Oszillografen und Fernsehempfängern ist als genaueste Methode der Dokumentation von großer Bedeutung. Dabei ist es im allgemeinen erwünscht, wenn auf eine Spezialausrüstung (wie Oszillografenröhren mit besonderer Schirmfarbe und speziell dafür sensibilisiertes Filmmaterial, Spezialkameras usw.) verzichtet werden kann.

Zur Einführung in die Technik der fotografischen Aufzeichnung werden in folgendem Hinweise für die praktische Arbeit mit handelsüblichen Kameras und normalen Filmen gegeben. Darüber hinaus werden Hilfsmittel für höhere Ansprüche beschrieben.

1. Ausrüstung

Von der fotografischen Seite her werden an den Oszillografen keine besonderen Ansprüche gestellt, Oszillografenröhren mit der vorzugsweise für Direktbetrachtung gebräuchlichen grünen Schirmfarbe sind durchaus geeignet. Lediglich bei starker Zeitdehnung kann eine Aufhellung des gesamten Schirmes und damit eine Verminderung des Kontrastes auftreten. Hier ist die Verwendung einer Oszillografenröhre mit Nachbeschleunigung vorteilhaft.

Sehr wirtschaftlich und technisch günstig ist das Kleinbildformat (24×36 mm). Dabei ist der handelsübliche panchromatische Standardfilm mit einer Empfindlichkeit von $17/10^\circ$ DIN in fast allen Fällen günstig. Nur in Sonderfällen bietet ein Film höherer Empfindlichkeit Vorteile.

Es ist jede Kleinbildkamera geeignet, die eine Naheinstellung erlaubt. Wichtig ist, daß der Sucher Parallaxe und Bildfeldschwund im Nahbereich korrekt ausgleicht. Hierfür ist die einäugige Spiegelreflexkamera die vorteilhafteste Bauform, weil es dabei kein Sucherproblem gibt. Auch andere Kameras, bei denen der Sucher einen automatischen Parallaxausgleich besitzt, sind gut geeignet. Schließlich kann auch mit der einfachsten Kamera gearbeitet werden; dabei ist allerdings erhöhte Sorgfalt beim Justieren erforderlich. Die Art des Verschlusses der Kamera ist ohne Bedeutung, wenn nur die Verschlusszeiten von 1 bis $1/25$ s einstellbar sind. Die Verwendung eines Drahtauslösers ist in jedem Fall zu empfehlen.

Für die Aufnahmen von Fernseh-Schirmbildern ist in manchen Fällen die Verwendung eines Objektivs mit langer Brennweite (vorzugsweise $f = 13,5$ cm) erwünscht.

2. Aufnahmen von Oszillogrammen

Die Kamera wird zweckmäßigerweise mit einer starren Aufhängung am Oszillografen montiert. Wird zwischen Kamera und Oszillograf ein zylindrischer Tubus angeordnet, so kann bei Tageslicht gearbeitet und gleichzeitig der Schirm direkt beobachtet werden.

2.1 Belichtungseinstellung

Die definierte Einstellung einer bestimmten Helligkeit ist für die richtige Belichtung wesentlich. Eine zuverlässige Methode dazu ist die folgende:

Dicht vor der Oszillografenröhre wird eine quadratische Scheibe aus glasklarem Plexiglas angeordnet, in die ein Liniennetz eingeritzt ist. An einer Kante der Scheibe werden zwei Skalenlampen 6,3 V, 0,3 A so montiert, daß sie eine Flutlichtbeleuchtung des Liniennetzes bewirken. Auf die Plexiglasscheibe folgt noch eine handelsübliche Grünscheibe, die bewirkt, daß das beleuchtete Liniennetz in der gleichen Lichtfarbe wie das Oszillogramm erscheint.

Die Helligkeit des Oszillografen wird so eingestellt, daß das Oszillogramm die gleiche Helligkeit hat wie die Netzlinien. Dies kann leicht durch mehrmaliges Ein- und Ausschalten der Beleuchtung des Liniennetzes kontrolliert werden; dabei darf sich nämlich an den Schnittpunkten zwischen Netzlinien und Oszillogramm keine Veränderung der Helligkeit der Netzlinien ergeben.

Die richtige Belichtung für ein so eingestelltes Oszillogramm ist für einen $17/10^\circ$ -DIN-Film $1/5$ s, Blende 4. Sie hängt natürlich etwas

von der Grünscheibe und den Skalenlampen ab und sollte durch Probebelichtungen einmal kontrolliert werden. Ein mit dieser Belichtung aufgenommenes Oszillogramm zeigt Bild 1. Daraus geht hervor, daß die Netzlinien sich an den Schnittpunkten mit dem Oszillogramm nicht von diesem abheben.

Enthält ein Oszillogramm Flanken verschiedener Helligkeit, so wird der Vergleich mit dem Liniennetz an den Flanken mittlerer Helligkeit vorgenommen. Es ist in solchen Fällen stets günstig, etwas reichlicher Helligkeit einzustellen, denn die dadurch entstehenden Überstrahlungen können bei der Positivarbeit in der Dunkelkammer unter Sichtkontrolle ausgeglichen werden, während dunkle Flanken durch zu knappe Negativbelichtung verlorengehen.

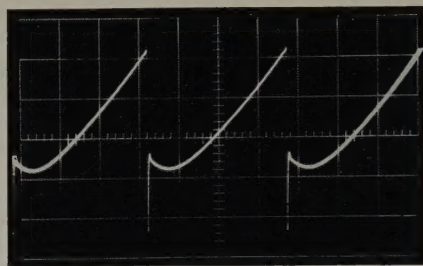


Bild 1.
Oszillogramm, nach
2.1 belichtet

Sollte bei Oszillogrammen mit starker Zeitdehnung bereits vor Auftreten der erwähnten Schirmaufhellung ein spürbarer Schärferrückgang eintreten, so kann bei geringerer Helligkeit gearbeitet und länger belichtet werden. Auch in diesem Fall ist eine definierte Helligkeitseinstellung nach dem beschriebenen Verfahren möglich, wenn die Helligkeit des Liniennetzes vermindert und für bestimmte Lampenspannungen eine Eichung durch Probebelichtungen durchgeführt wird.

Schließlich kann die Plexiglasscheibe mit den Beleuchtungslampen als handliche Einheit aufgebaut werden. Dieser „Belichtungsmesser“ kann dann zur Helligkeitseinstellung kurz vor den Oszillografen gehalten und nachher entfernt werden. Auch im Handel erhältliche photoelektrische Lichtmeßgeräte, die mit Hilfe eines tastkopffartigen Aufnehmers die Ausmessung kleinster Flächenelemente gestatten, sind bei ausreichender Empfindlichkeit geeignet.

Bei sehr unruhigen Oszillogrammen muß zur Vermeidung einer Bewegungsunschärfe kurz belichtet und mit Filmen höherer Empfindlichkeit gearbeitet werden. Dabei ist allerdings zu beachten, daß während der Belichtung mindestens fünf Ablenkvorgänge stattfinden müssen, damit eine ungleichmäßige Belichtung vermieden wird. Die Gefahr der Bewegungsunschärfe von Oszillogrammen ist jedoch im allgemeinen nicht sehr groß, weil ein einmaliges kurzes Zucken sich auf der Aufnahme nicht auswirkt.

2.2 Objektiveneinstellung

Es wird das übliche Normalobjektiv mit einer Brennweite von etwa 5 cm verwendet. Bezüglich Schärfentiefe und Randschärfe reicht die genannte Standard-Einstellung auf Blende 4 bei Oszillografenröhren ab 100 mm Durchmesser aus, lediglich bei kleinem Schirmdurchmesser muß wegen des geringeren Abstandes der Kamera stärker abgeblendet werden.

3. Aufnahmen von Fernseh-Schirmbildern

Sollen zum Zwecke der Dokumentation Aufnahmen aus schnell bewegten Szenen gemacht werden, so muß die unter 5.2 beschriebene Einzelaufzeichnung angewendet werden. Bei Aufnahmen von stehenden Bildern kann dagegen ohne besondere Hilfsmittel fotografiert werden. Fernseh-Schirmbildaufnahmen sollten möglichst in völliger Dunkelheit vorgenommen werden, weil nur so störende Reflexe vermieden werden können.

3.1 Belichtungseinstellung

Die Helligkeit wird hier zweckmäßigerweise nach Messung des Spitzenstrahlstromes eingestellt. Dazu wird die Spannung an einem Widerstand in Serie mit der Katode der Bildröhre oszillographiert und die Helligkeit so eingestellt, daß der Spitzenstrahlstrom in den hellsten Lichtern 100 µA beträgt. Dann ist bei Verwendung normaler Empfänger-Bildröhren die richtige Belichtung für 17/10°-DIN-Filme 1/5 s, Blende 5,6. Eine kürzere Belichtungszeit als 1/5 s ist nicht zu empfehlen, weil sonst infolge der gebrochenen Anzahl der abgebildeten Teilbilder leicht der bekannte helle oder dunkle Streifen in der Aufnahme erscheint.

3.2 Objektiv-einstellung

Wird für die Aufnahme eine Perspektive gewünscht, wie sie sich etwa bei einem Betrachtungsabstand vom vierfachen Betrag der Schirmdiagonale ergibt, so ist das Normalobjektiv mit einer Brennweite von etwa 5 cm zu verwenden. Soll jedoch eine angenäherte Parallelprojektion des Schirmbildes aufgenommen werden, so muß ein Objektiv längerer Brennweite (vorzugsweise f = 13,5 cm) verwendet werden. Die Schärfentiefe ist bei einer Abblendung auf 5,6 bei beiden Objektiven ausreichend. Lediglich bei höchsten Ansprüchen an die Randschärfe empfiehlt es sich, stärker abzublenzen und länger zu belichten.

4. Hinweise für die Dunkelkammer

Optimale Ergebnisse können nur erreicht werden, wenn die Dunkelkammerarbeiten von Personen ausgeführt werden, die Sinn und Zweck der Aufnahmen kennen und beurteilen können, ob aus einer Aufnahme das in dem jeweiligen Fall Wesentliche hervorgeht.

Die Negativentwicklung erfolgt in völlig normaler Weise nach den in den Entwickler-Gebrauchsanweisungen angegebenen Zeiten. Man kann also sehr wohl auf demselben Film Oszillogramme, Fernseh-Schirmbilder und ebenfalls auch beliebige andere Aufnahmen unterbringen.

Für Oszillogramme ist die günstigste Papiergradation im allgemeinen „Hart“; nur in Ausnahmefällen kann eine andere Gradation Vorteile bieten. Bei Fernseh-Schirmbildern richtet sich die Papiergradation wie üblich nach dem Negativkontrast. Sehr vorteilhaft ist die Papieroberfläche „Halbmatt“, weil darauf zur Auswertung geschrieben oder gezeichnet werden kann. Zum Einkleben der Aufnahmen in einen geschriebenen Text wird zweckmäßigerweise die papierstarke Ausführung verwendet.

Je nach der Belichtungszeit beim Vergrößern können verschieden helle Bildteile eines Oszillogramms unterschiedlich herausgearbeitet werden. Bei knapper Belichtung werden die dunkleren Bildteile bevorzugt, während bei reichlicher Belichtung auf Kosten der dunkleren Bildteile gelegentliche Überstrahlungen der helleren Partien ausgeglichen werden. Da die Positivarbeit unter Sichtkontrolle erfolgt,

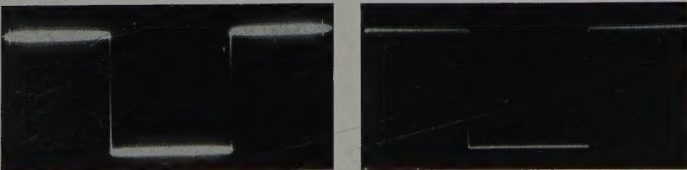


Bild 2. Oszillogramm, Vergrößerungen vom gleichen Negativ (links knappe, rechts reichliche Positivbelichtung)

läßt sich dieser Vorgang hier besser beherrschen als beim Negativprozeß. Ein Beispiel dafür zeigt Bild 2 in extremer Darstellung. Dort ist eine Rechteckspannung vom selben Negativ zweimal mit unterschiedlicher Positivbelichtung wiedergegeben.

5. Besondere Hilfsmittel

Werden an die Aufnahmetechnik höhere Ansprüche gestellt, so können leicht zu erstellende Hilfsmittel von großem Nutzen sein.

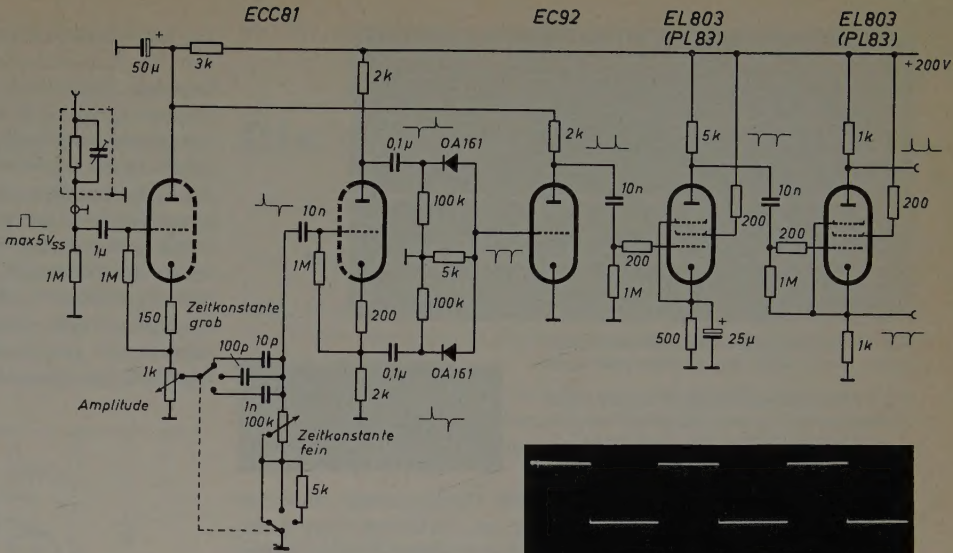


Bild 3. Differenziergerät zur Flankenauflistung

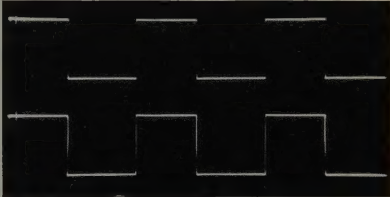


Bild 4. Oszillogramm einer Rechteckspannung (oben ohne, unten mit einer Flankenauflistung)



Bild 5. Oszillogramm eines Nadelimpulses (oben ohne, unten mit Flankenauflistung)

5.1 Flankenauflistung

Steile Impulsflanken, die auf dem Oszillografen oft sehr dunkel erscheinen, können mit Hilfe einer Differenzierschaltung hellgetastet werden. Das Schaltbild eines solchen Gerätes zeigt Bild 3. Das zu oszillographierende Signal wird mit einer Spannung von 4...5 V_{ss} dem Gitter eines als Katodenstufe arbeitenden Systems einer ECC 81 in beliebiger Polarität zugeführt. Liegt der Signalpegel nicht in dieser Größenordnung, so wird zweckmäßigerweise mit Hilfe des im Schaltbild eingezeichneten, sorgfältig zu kompensierenden Spannungsteilers, der vorzugsweise als Tastkopf auszubilden ist, die Spannung an einer Meßplatte der Oszillografenröhre abgenommen.

Von der Katode der Eingangsstufe wird das Signal mit regelbarer Amplitude einem Differenzierglied zugeführt, dessen Zeitkonstante in Grobstufen geschaltet und fein geregelt werden kann. Das differenzierte Signal wird dem zweiten System der ECC 81 zugeführt, das als Anoden-Katoden-Stufe arbeitet und dem das Signal in beiden Polaritäten über je eine Germaniumdiode entnommen wird. Hinter den Dioden erscheinen alle Impulse mit der gleichen, und zwar negativen Polarität, unabhängig von ihrer Polarität am Eingang der Stufe.

Die Impulse werden in den folgenden zwei Stufen verstärkt und der Ausgangsstufe zugeführt, der sie mit wählbarer Polarität und einem Pegel von maximal 40 V_{ss} entnommen werden. Die Zuleitung zum Wehneltzylinder oder zur Katode der Oszillografenröhre soll so kapazitätsarm wie möglich sein, damit keine Verschleifung der Impulse auftritt.

Nach normaler Einstellung des Oszillografen wird die beste Auflistung der Flanken mittels Zeitkonstanten- und Amplitudenregler vorgenommen, wobei stets mit voller Amplitude und kleinster Zeitkonstante begonnen wird, denn das beste Ergebnis wird im allgemeinen bei extrem kleinen Zeitkonstanten erzielt. Enthält ein Oszillogramm Flanken verschiedener Steilheit, so kann eine Kompromiß-einstellung gefunden werden.

Die Beispiele in den Bildern 4, 5 und 6 zeigen, was mit dem Gerät etwa zu erreichen ist. Die beiden Oszillogramme eines jeden Bildes sind jeweils durch Doppelbelichtung nacheinander auf einem Negativ aufgenommen worden. Am deutlichsten zeigt Bild 5 den Effekt, wo der Nadelimpuls durch die Auflistung auf dem Oszillografen überhaupt erst sichtbar wird.

Das Verfahren stellt also eine Art elektronischer Retusche dar und darf daher, wie alle Retuschierverfahren, nur vorsichtig angewendet

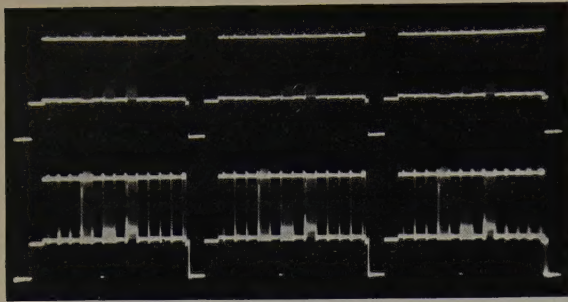


Bild 6. Oszillogramm eines Fernsehsignals (oben ohne, unten mit Flankenauflösung)

Bild 7. Rechteckspannung mit extrem hoher Flankensteilheit (hohe Strahlströme zur Auflöschung führen zum Zerfließen)



werden, weil sonst Verfälschungen des Oszillogramms eintreten können. Die Grenze für die Anwendung des Verfahrens liegt darin, daß die Oszillografenröhre zur Auflöschung sehr steiler Flanken außerordentlich hohe Spitzenstrahlströme aufbringen muß, was zunächst zu einem Schärferrückgang und bei weiterer Steigerung zu einem völligen Zerfließen führt, wie es im Bild 7 dargestellt ist. Die Grenze der Anwendbarkeit wird natürlich nicht durch den Absolutbetrag der Anstiegszeit bestimmt, sondern durch das Verhältnis der Anstiegszeit zur Dauer des Ablenkvorganges.

5.2 Einzelbildaufzeichnung

Die Einzelbildaufzeichnung gestattet das Helptasten einer bestimmten ganzen Zahl von Teilbildern eines Fernsehschalters.

Ist der verwendete Empfänger ein Allstromgerät, so muß er über einen Trenntrafo betrieben werden, weil andernfalls dadurch Lebensgefahr besteht, daß Helptastgerät und Kamera Netzspannung führen können.

Das Schaltbild eines solchen Helptastgerätes zeigt Bild 8. Die Funktion ist folgende: Dem Gitter $G1$ der EH 90 werden aus dem Empfänger positive Impulse von Vertikalfrequenz mit einer Spannung von etwa $10 \dots 20 V_{SS}$ zugeführt, die beispielsweise durch Spannungsteilung von der Anode der Vertikal-Ablenkendstufe abgenommen werden können. Die Röhre ist im Ruhezustand durch die an $G3$ liegende negative Spannung $-U_g$ gesperrt, so daß keine Vertikalimpulse zu dem katodengekoppelten Univibrator (ECC 81) gelangen können. In seiner Ruhelage leitet das rechte System, wodurch das Gitter $G2$ der Bildröhre des Empfängers, das mit der Anode dieses Systems galvanisch gekoppelt ist, eine Spannung von nur etwa 40 V erhält. Damit ist die Bildröhre dunkel.

Wird der Verschluß der Kamera ausgelöst, so schließt sich deren X-Kontakt, und die EH 90 wird am Gitter $G3$ durch entsprechende Bemessung der Zeitkonstante für die Dauer von etwas mehr als einem Teilbild geöffnet. Der erste auf das Schließen des X-Kontaktes folgende Vertikalimpuls triggert den Univibrator, dessen rechtes System nun gesperrt wird. Durch die volle Spannung von 300 V am Gitter $G2$ der Bildröhre wird diese hellgetastet. Gleichzeitig entsteht am Katodenwiderstand des Univibrators ein negativer Impuls, der über eine Diode das Gitter $G3$ der EH 90 wieder sperrt, so daß alle weiteren Vertikalimpulse unterdrückt werden.

Die ankommenden Vertikalimpulse gelangen auf einem zweiten Weg über das Triodensystem der EABC 80 ebenfalls zum Univibrator und bewirken das Zurückschalten in die Ruhelage, wobei die Gitterzeitkonstante des Univibrators bestimmt, nach wievielen Teilbildern dies geschieht. Wenige Sekunden nach dem Öffnen des X-Kontaktes ist die Schaltung wieder auslösebereit.

Die negative Gittervorspannung ist im angegebenen Bereich einmalig so einzustellen, daß beim Schließen des X-Kontaktes nur ein Schaltvorgang stattfindet. Die erstmalige Einstellung der Gitterzeitkonstante des Univibrators und damit der Zahl der hellgetasteten Teilbilder geschieht unter oszillografischer Beobachtung des Impulses am Gitter $G2$ der Bildröhre unter wiederholtem Auslösen der Schaltung, wobei der Oszillograf zweckmäßigerweise mit den Vertikalimpulsen synchronisiert wird.

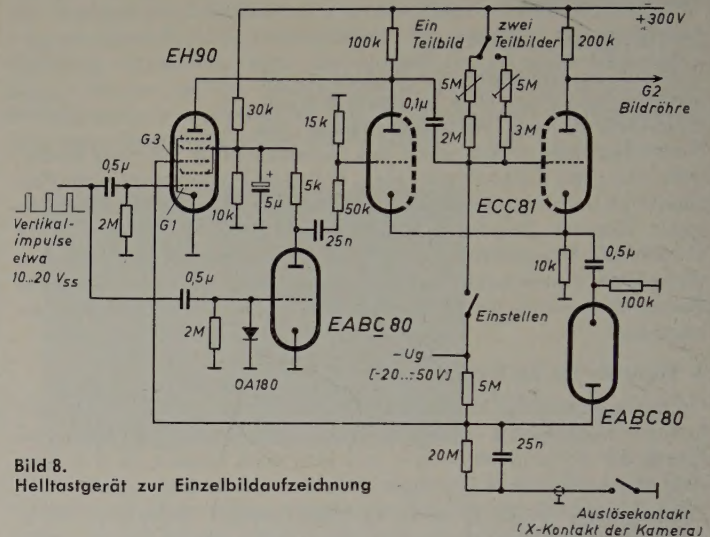


Bild 8. Helptastgerät zur Einzelbildaufzeichnung

Der Strahlstrom wird nach Schließen des Schalters „Einstellen“ auf $200 \mu A$ in den Lichtern eingeregelt. Es wird ein $21/10^\circ$ -DIN-Film verwendet, wobei die Blendeneinstellung für Aufzeichnung eines Teilbildes 4 ist, für zwei Teilbilder 5,6. Bei Verzicht auf die Aufzeichnung eines Teilbildes kann mit einem $17/10^\circ$ -DIN-Film bei Blende 4 gearbeitet werden. Die Verschlusszeit muß mit Sicherheit länger sein als der Helptastvorgang, zuzüglich der Dauer eines Teilbildes, also im allgemeinen $1/10$ s.

Bild 9 zeigt als Beispiel eine Szene aus einer Fernsehsendung, über zwei Teilbilder belichtet. Bild 10 zeigt das Schirmbild eines defekten Empfängers, dessen Phasenvergleichsschaltung Regelschwingungen ausführt, und zwar links über ein Teilbild und rechts über zwei Teilbilder belichtet, als Beispiel einer Störung, deren Erscheinungsbild je nach Zahl der betrachteten Teilbilder verschieden ist.

5.3 Kennmarken-Einstastung

Aufnahmen von Oszillogrammen, die Ausschnitte aus Fernsehsignalen darstellen, gewinnen sehr an Wert, wenn zusätzlich das entsprechende Empfänger-Schirmbild mit einer den oszillographierten Ausschnitt anzeigenden Kennmarke versehen und mitfotografiert wird. Die Kenn-



Bild 10. Schirmbild eines defekten Empfängers (links über ein Teilbild, rechts über zwei Teilbilder belichtet)
← Bild 9. Schirmbild, über zwei Teilbilder belichtet.

marke legt den abgebildeten Ausschnitt eindeutig fest und erspart eine Beschreibung des Oszillogramms.

Als Kennmarke ist ein Rechteckimpuls während der Dauer des Hinlaufs der Oszillografenablenkung erforderlich. Ein solcher Impuls wird zweckmäßigerweise dem Kippgerät des Oszillografen entnommen. Bild 11 zeigt das Prinzipschaltbild gebräuchlicher Oszillografen-Kippgeräte. An der Anode der Steuerröhre 1 entsteht während des Sägezahnhinlaufs ein negativer Rechteckimpuls, der als Kennimpuls zur Steuerung der Katode der Bildröhre verwendet werden kann. Dabei empfiehlt es sich, den Anodenwiderstand der Steuerröhre zu unterteilen, damit Rückwirkungen auf das Kippgerät vermieden werden. Es kann natürlich (vor allem, wenn ein Eingriff in den Oszillografen vermieden werden soll) auch die Sägezahnspannung durch entsprechende Begrenzung in eine als Kennimpuls geeignete Rechteck-

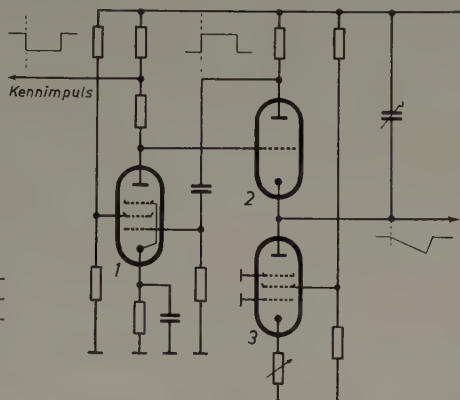


Bild 11. Prinzipschaltbild eines gebräuchlichen Oszillografen-Kippgerätes

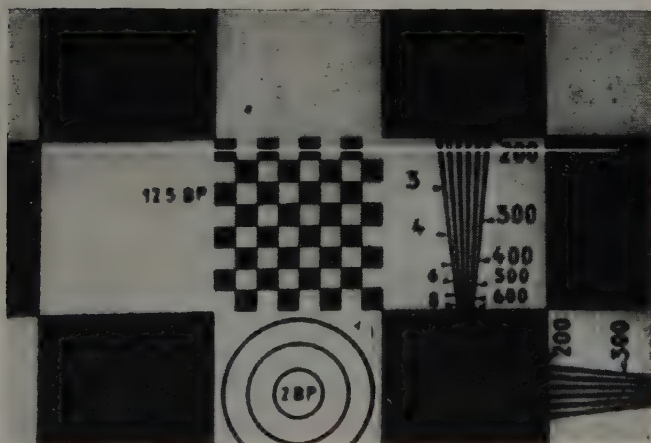


Bild 12. Testbildausschnitt mit einer eingeblendeten Kennmarke



Bild 13. Oszillogramm zu Bild 12

spannung umgewandelt werden. Allerdings erstreckt sich die Kennmarke dann auch über den Rücklauf der Oszillografenablenkung. Die Einstellung des Spitzenstrahlstromes erfolgt auf 100 μ A in den Lichtern. Die Amplitude des Kennimpulses wird so gewählt, daß während der Kennmarke ein Strahlstrom von etwa 200...400 μ A fließt.

Als Beispiel ist im Bild 12 ein Testbildausschnitt mit eingeblendeter Kennmarke wiedergegeben, während Bild 13 das zugehörige Oszillogramm zeigt. Durch Verfolgen der Kennmarke läßt sich jede Einzelheit des Bildes im Oszillogramm auffinden.

(eingegangen am 31. Juli 1957)

W. HOLLE

Die elektrische Integration

DK 621.372.5:517.22

Zwei kürzlich in dieser Zeitschrift veröffentlichte Arbeiten von H. Wittke [1, 2] über die fehlerfreie elektrische Integration und Differentiation gaben die Veranlassung, den Miller-Integrator und die von Wittke angegebenen Anordnungen einer allgemeineren Betrachtung zu unterziehen.

Die Verwendung eines RC -Gliedes zur elektrischen Integration beruht darauf, daß die Spannung eines Kondensators proportional der hineingeflossenen Strommenge ist

$$U_c = \frac{Q}{C} = \frac{1}{C} \int i \, dt$$

Das RC -Glied integriert somit fehlerfrei, solange der Ladestrom i nur eine Funktion von U_e (Bild 1) ist, solange also U_c gegenüber U_e

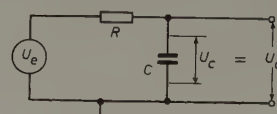
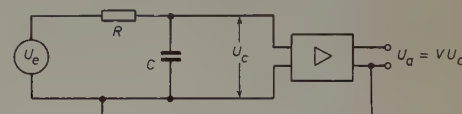


Bild 1. RC -Glied als Integrator

vernachlässigbar klein bleibt. Da also die Ausgangsspannung im Verhältnis zur Eingangsspannung sehr klein bleiben muß, ist man gezwungen, einen Verstärker nachzuschalten (Bild 2). Dieser muß, falls man nicht den Anwendungsbereich des Integrators erheblich einschränken will, ein Gleichstromverstärker mit all seinen Schwierigkeiten und Nachteilen sein. Nun besagt ein alter Satz der Verstärkertechnik, daß ein Zweipol am Verstärkereingang durch einen gleichartigen Zweipol mit dem $(V + 1)$ -fachen Widerstand (V = Verstär-

Bild 2. RC -Integrator mit nachgeschaltetem (Gleichstrom-) Verstärker



kungsgrad) zwischen Ein- und Ausgang ersetzt werden kann, wenn die Ausgangsspannung gegenphasig zur Eingangsspannung ist. Das heißt, der Kondensator C kann durch einen Kondensator $C' = \frac{C}{V + 1}$ im Gegenkopplungsweig ersetzt werden.

Diese Beziehung ist im Bild 3 unmittelbar abzulesen. Am linken Belag des Kondensators C' liegt die Spannung U_c und am rechten die Spannung $V \cdot U_c$ mit derartigem Vorzeichen, daß die Spannung zwischen beiden Belegungen $U_c \cdot (V + 1)$ ist. Die Kapazität C' muß deshalb gleich $\frac{C}{V + 1}$ sein, damit ein durch den Widerstand R vor-

gegebener Ladestrom die gleichen Spannungen am Verstärkereing- und -ausgang erzeugt wie im Bild 2. Die Vorteile dieser als Miller-Integrator bekannten und in wohl allen Analogrechnern benutzten Anordnung

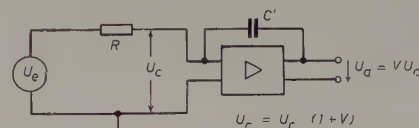


Bild 3. Der Kondensator C des RC -Gliedes ist durch einen Kondensator $C' = C/(V + 1)$ zwischen den „heißen“ Polen des Verstärkers ersetzt (Miller-Integrator)

ergeben sich ebenfalls aus dieser Betrachtung. Ändert sich der Verstärkungsgrad (gekrümmte Kennlinie, Alterung, Schwankungen der Stromversorgung), so ändert sich die Ausgangsspannung nur im Verhältnis $\frac{V}{V + 1}$, weil sich bei Erhöhung des Verstärkungsgrades auch die scheinbare Kapazität am Verstärkereingang $C = C' \cdot (V + 1)$

erhöht. Es kommt also auf eine genaue Einhaltung des Verstärkungsgrades nicht an, wenn der Verstärkungsgrad genügend hoch ist. Die kapazitive Gegenkopplung wirkt ebenso wie eine ohmsche stabilisierend. Es kann daher durch eine positive ohmsche Rückkopplung der Verstärkungsgrad erhöht werden, ohne daß Instabilitäten zu befürchten sind, worauf noch näher eingegangen wird.

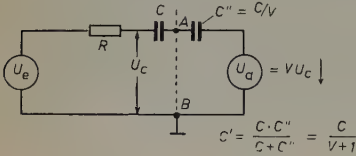


Bild 4. Miller-Integrator, als Brückenschaltung betrachtet

Das Gesagte wird vielleicht durch Bild 4 noch verdeutlicht. Hier ist die Kapazität C' aus Bild 3 durch zwei Kapazitäten in Reihe, und zwar durch C (identisch mit C im Bild 2) und $C'' = \frac{C}{V}$ ersetzt und

der Verstärker durch einen Generator mit der Spannung $U_a = V \cdot U_c$. Man erkennt, daß am Punkt A die Spannung Null wird, man also AB kurzschließen kann, so daß der linke Teil mit Bild 1 identisch wird. Dieses Gleichgewicht gilt jedoch nur für eine bestimmte Verstärkung V . Der Fehler wird um so kleiner, je größer V gemacht wird. Der Integrator wird mit $V \rightarrow \infty$ fehlerfrei.

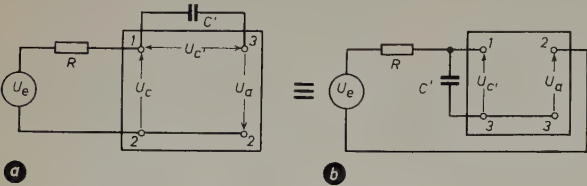


Bild 5. a) Verstärker des Miller-Integrators mit dem Spannungsverstärkungsgrad V ; b) umgezeichnet in einen solchen mit $V' = \frac{V}{V+1}$

Der Verstärker sei noch etwas näher betrachtet. Bild 5a gibt Bild 3 wieder, nur daß jetzt der „heiße“ Pol des Eingangs mit 1, der „kalte“ Eingangspol mit 2 und der „heiße“ Ausgangspol mit 3 bezeichnet wird. Der „kalte“ Ausgangspol ist mit dem „kalten“ Eingangspol 2 identisch. Bild 5b ist eine reine Umzeichnung von Bild 5a, die man wie folgt interpretieren kann:

1—3 ist der Eingang und 2—3 der Ausgang des Verstärkers mit dem Verstärkungsgrad $V' = \frac{V}{V+1}$; ($V' \rightarrow 1$ für $V \rightarrow \infty$). Da die Spannungen an 1—3 und 2—3 gleichphasig und annähernd gleich groß sind, bedeutet dies: Der zu integrierenden Spannung U_e wird eine Spannung an 2—3 hinzuaddiert, die die Spannung an dem Integrationskondensator C' kompensiert. Der Ladestrom durch R wird also nur durch U_e und R bestimmt (Bild 6); der Integrator arbeitet fehlerfrei.

An Stelle des Verstärkers mit dem Verstärkungsgrad $V \approx \infty$ läßt sich also ebenso ein solcher mit $V' \approx 1$ verwenden. Man kann auch einen Verstärker benutzen, der eine Spannungsverstärkung > 1 hat, und durch einen Spannungsteiler am Ausgang die Gesamtverstärkung von 1 für den eigentlichen Integrationskreis einstellen (Bild 7). Eine solche Anordnung ist der Wittke-Integrator. Diese Abwandlung des Miller-Integrators hat den Vorteil, keinen annähernd unendlichen Verstärkungsgrad zu benötigen, den Nachteil dagegen, daß entweder die Eingangsspannung den Wert U_e haben oder der Verstärker erdfrei sein muß.

Läßt man im Bild 7 den Integrationskondensator C' fort, so wird die Schaltung für $V' \geq 1$ instabil, da die Spannungen AB und DB gleichphasig sind. Trotzdem arbeitet sie als Integrator einwandfrei.

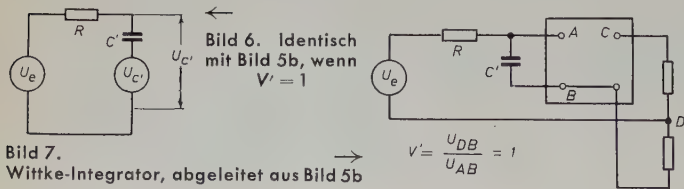


Bild 7. Wittke-Integrator, abgeleitet aus Bild 5b

Die gleichen Verhältnisse erreicht man beim „klassischen“ Miller-Integrator, wenn man den Verstärkungsgrad durch eine interne Rückkopplung bis zur Instabilität erhöht. Der Integrationskondensator wirkt hier gegenkoppelnd. Es bleibt der Vorteil erhalten, daß Eingangsspannungsquelle und Verstärker einen gemeinsamen (Erd-) Pol behalten.

Zum Schluß sei eine praktisch erprobte Schaltung (Bild 8) mitgeteilt. Der Gleichstromverstärker verwendet eine Doppeltriode, deren erstes System als Anodenverstärker mit sehr hohem Anodenwiderstand und

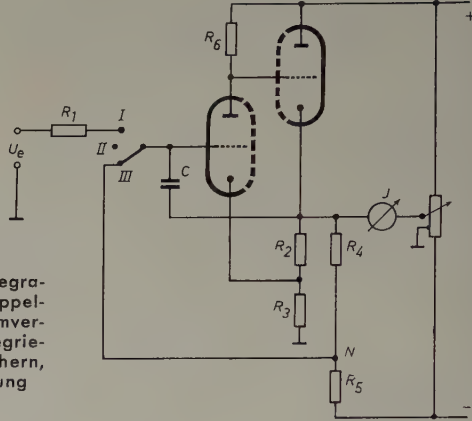


Bild 8. Miller-Integrator mit rückgekoppeltem Gleichstromverstärker, I = Integrieren, II = Speichern, III = Nullstellung

deren zweites als Katodenverstärker arbeitet, wobei durch den gemeinsamen Katodenwiderstand R_3 eine Rückkopplung herbeigeführt wird [3], so daß bei kurzgeschlossenem Eingang der Verstärker bereits instabil wird (Schmitt-Trigger mit 2 Ruhelagen). In Schalterstellung I integriert die Anordnung, das heißt, das Instrument J zeigt einen Strom an, der proportional dem Integral von U_e über der Einschaltedauer von I ist. In Stellung II kann das Ergebnis gespeichert werden. In Stellung III, der Ruhestellung, ist zusätzlich eine ohmsche Gegenkopplung eingeschaltet, die eine Nullpunktstabilisierung erzwingt. Die Widerstände R_4 und R_5 bilden einen Spannungsteiler (wie er bei Gleichstromverstärkern als Kopplung zwischen zwei Stufen üblich ist) derart, daß der Punkt N im Ruhezustand annähernd die Spannung Null hat. Der einfache Gleichstromverstärker ist naturgemäß (besonders auf Änderungen der Heizung) nullpunktsempfindlich. Durch die Gleichstromgegenkopplung werden die Nullpunktswanderungen auf einen verschwindend kleinen Bruchteil reduziert.

Schrifttum

- [1] Wittke, H.: Fehlerfreie elektronische Differentiation. Elektron. Rdsch. Bd. 11 (1957) Nr. 1, S. 7
- [2] Wittke, H.: Fehlerfreie elektronische Integration. Elektron. Rdsch. Bd. 11 (1957) Nr. 3, S. 73
- [3] Ruppel, W.: Über Röhrenverstärker für extrem niedrige Frequenzen. Nachr. techn. Z. Bd. 8 (1955) S. 595

(eingegangen am 15. Juli 1957)

FUNK-TECHNIK

FERNSEHEN · ELEKTRONIK



brachte im 2. Oktoberheft 1957 unter anderem folgende Beiträge:

Entwicklungstendenzen bei Gemeinschafts-Antennenanlagen

Der Bildpilot · Prinzip und Schaltungstechnik

Reaktionszeitmessung mit einem Röhrenvoltmeter

Prinzip und Ausführung von Sende-Empfangsweichen für Radargeräte

Elektroakustik im Theater

Elektrische Messung nichtelektrischer Größen · Dehnungsmeßstreifen-Technik

Die «FT-100»-Richtantenne (W 3 DZZ-beam)

So arbeitet mein Fernsehempfänger

Kurznachrichten · Aus dem Ausland · Aus Zeitschriften und Büchern

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH · Berlin-Borsigwalde

Fernübertragung von Meßwerten mit hoher Genauigkeit

DK 621.398:621.317

1. Aufgaben der Fernübertragung von Meßwerten

Der Beobachter oder das Registriergerät an der Empfangsstelle einer Meßwertübertragungsstrecke soll die Meßwerte in der gleichen Anzahl und mit der gleichen Genauigkeit erhalten, wie sie an der Meßstelle anfallen. Es ist deshalb von entscheidender Bedeutung, ob man die Meßwerte so umformen kann, daß sie von den auf dem Übertragungsweg vorhandenen Störungen nicht beeinflußt werden. Dazu kann im Prinzip jede der bekannten Modulationsarten dienen, wie Frequenzmodulation, Pulsamplitudenmodulation oder Pulsphasenmodulation. Die größte Genauigkeit der Übertragung gewährleistet die Pulsmodulation (PCM) [1]. Allerdings wird bei dieser Modulationsart auch der technische Aufwand am größten. Im folgenden wird die Frage des Aufwandes an dem Beispiel der binären PCM untersucht. Zu diesem Zweck wurde eine entsprechende Abtasteinrichtung mit Transistoren entwickelt.

2. Binäre Pulsmodulation

2.1 Allgemeines

Die binäre Pulsmodulation besteht in der Umwandlung eines Zahlenwertes (Augenblickswert der Meßgröße) in eine Dualzahl, deren Ziffern nacheinander in Form von Impulsen übertragen werden. Durch die Abtastung einer genügend großen Anzahl von Meßwerten je Zeiteinheit läßt sich auch der stetige Verlauf einer Meßgröße begrenzter Bandbreite übertragen. Mit einer endlichen Anzahl dualer Ziffern kann man nur eine endliche Anzahl verschiedener Werte unterscheiden. Die Augenblickswerte einer stetig veränderlichen Funktion können aber beliebig fein abgestuft sein, das heißt, die Zahl der Augenblickswerte, die auftreten können, ist unendlich groß. Da man aber die Meßwerte nur mit einer endlichen Genauigkeit, also mit einer endlichen Anzahl Amplitudenstufen, bestimmen kann, kommt man auch mit einer endlichen Anzahl dualer Ziffern aus. Die Anzahl der Ziffern bestimmt die Genauigkeit des übertragenen Meßwertes. Die Eigenschaften des Übertragungskanal gehen in die Genauigkeit nicht ein, sofern die Störungen nicht so groß sind, daß einzelne Impulse unterdrückt werden oder an Stellen, an denen kein Impuls gesendet wird, etwa durch eine Rauschspitze ein Impuls vorgetäuscht wird. In diesem Fall entstehen dann allerdings unter Umständen völlig falsche Werte. Bei Rauschen mit unbegrenzter Amplitude ist also immer eine gewisse endliche Fehlerwahrscheinlichkeit in Abhängigkeit vom Signal/Rausch-Verhältnis des Übertragungskanal vorhanden.

Der Modulationsvorgang besteht aus der Abtastung der Meßgröße, also aus der Feststellung des Augenblickswertes zu bestimmten Zeiten, der Zuordnung dieses Wertes zu der nächstliegenden Amplitudenstufe (Quantisierung des Meßwertes) und der Umwandlung des Zahlenwertes dieser Amplitudenstufe in die Reihe dualer Impulse. Daraus ergibt sich, daß der technische Aufwand bei dieser Modulationsart weitaus größer ist als bei allen anderen. Sie wird also nur dort anzuwenden sein, wo wegen der Störverhältnisse und der geforderten Genauigkeit keine andere Modulationsart zum Ziel führt.

2.2 Modulationsmethoden

Die Modulationsmethode richtet sich nach der Form, in der der Meßwert vom Meßgerät abgegeben wird. Handelt es sich dabei um eine elektrische Größe, zum Beispiel um eine Spannung, so besteht das Verfahren immer aus einem Vergleich mit einer aus mehreren Stufen zusammengesetzten Normalspannung. Die einzelnen Stufen stehen entsprechend den Werten der einzelnen Ziffern des Dualzahlensystems im Verhältnis 1 : 2 : 4 : 8 usw. Der Vergleich beginnt mit der höchsten Stufe. Wenn das Minimum der Differenz zwischen Meßwertspannung und Vergleichsspannung hergestellt ist, bestimmt der ein- oder ausgeschaltete Zustand der einzelnen Spannungsstufen die Amplitude 1 oder 0 der einzelnen, zu übertragenden Impulse [2, 3, 4]. Dieser Fall stellt bei größeren Meßgenauigkeiten, und diese kommen ja für die PCM vorwiegend in Frage, sehr große Anforderungen an die Genauigkeit der Vergleichswerte und damit an die Konstanz der Betriebsspannung und der Bauelemente.

In den weitaus häufigsten Fällen erscheint der Meßwert als mechanische Auslenkung (linear oder Winkelauslenkung). Es empfiehlt sich dann, den Meßwert unmittelbar mechanisch in die Stellung einzelner Kontakte oder durch Lichtstrahlabtastung eines Rasters in den Betriebszustand einzelner Fotozellen umzuwandeln. Bei der ersten Methode verwendet man eine Schaltwalze, die vom Meßwert bewegt wird und auf der entsprechend der Anzahl der Ziffern verschiedene Kontaktbahnen aufgebracht sind [5]. Die zweite Methode ist sowohl für lineare Auslenkung [6] als auch für Winkelauslenkung [7] praktisch erprobt worden. Die im folgenden beschriebene Abtasteinrichtung wurde für die Fälle entwickelt, in denen eine solche mechanische Verschlüsselung des Meßwertes vorgenommen wird.

2.3 Quantisierung

Die Quantisierung des Meßwertes wird, wenn der Meßwert als Spannung vorliegt, dadurch erreicht, daß durch die Beobachtung der Differenz zwischen Meßwert und Vergleichswert immer der Vergleichswert aufgebaut wird, der dem Meßwert am nächsten liegt. Bei der Schaltwalze oder dem optischen Raster wird die Quantisierung durch die Länge der Kontakte beziehungsweise der Löcher bewirkt. Wenn nun beispielsweise das optische Raster nach dem Dualzahlensystem aufgebaut ist (Bild 1), entstehen an den Übergangsstellen von einer



Bild 1. Das normale Dualzahlensystem. Bild 2. Grundform des Gray-Code

Amplitudenstufe zur nächstfolgenden dadurch Schwierigkeiten, daß unter Umständen alle Ziffern sich ändern. Liegt nun ein Meßwert im Augenblick der Abtastung gerade an einer solchen Übergangsstelle, so werden wegen nicht vermeidbarer Ungenauigkeiten unter Umständen die Ziffern abgetastet, die zu verschiedenen Meßwertstufen gehören. Dadurch entstehen dann Kombinationen, die einen völlig anderen Meßwert bedeuten können. Diese Schwierigkeit wird vermieden, wenn man Verschlüsselungssysteme benutzt, bei denen sich beim Übergang von einer Amplitudenstufe zur nächstfolgenden immer nur eine Ziffer ändert (Bild 2). Diese Verschlüsselungssysteme sind Variationen des sogenannten reflektierten Codes, der nach seinem Erfinder auch Gray-Code genannt wird [8]. Die Gesamtzahl der möglichen Verschlüsselungssysteme, die auf die Grundform des Gray-Codes zurückgehen, ist $2^n \cdot n!$, wobei n die Anzahl der Dualziffern ist, mit denen eine Meßwertstufe verschlüsselt wird. Alle diese Verschlüsselungssysteme haben außer der oben erwähnten Eigenschaft den Vorteil, daß sie einfach zu entschlüsseln sind.

2.4 Abtastung

Die Abtastung des Meßwertes, in diesem Fall der einzelnen Kontakte der Schaltwalze oder der einzelnen Fotozellen, muß in einer Zeit abgeschlossen sein, in der sich der Meßwert um höchstens eine Amplitudenstufe geändert haben kann. Diese Zeit t_0 ist abhängig von der höchsten Frequenz f_g der Meßgröße und der Anzahl m der Amplitudenstufen.

$$t_0 = \frac{1}{\pi (m - 1) f_g}$$

Will man den kontinuierlichen Verlauf einer Meßgröße übertragen, deren schnellste Änderung der Frequenz f_g entspricht, so muß man in der Zeiteinheit mindestens $2 f_g$ Augenblickswerte übertragen. Man wird erstens diese Zahl nicht unnötig überschreiten und zweitens die zu übertragende Impulsfolge gleichmäßig über die Zeit $1/2 f_g$ verteilen, um eine möglichst niedrige Impulsfolgefrequenz zu bekommen. Bei direkter Abtastung und Übertragung müßte man also, abgesehen von Synchronisationszwischenräumen, $\frac{\pi (m - 1)}{2}$ Meßgrößen gleichzeitig übertragen (Zeitmultiplex). Im Normalfall jedoch, bei dem eine Differenz zwischen Übertragungszeit und Abtastzeit besteht,

muß ein Speicher verwendet werden, der den abgetasteten Wert für die Dauer der Übertragung festhält. Mit einem Verschiebespeicher läßt sich diese Aufgabe zufriedenstellend lösen [9].

2.5 Zeitmultiplexübertragung

Bei einem Zeitmultiplexsystem für die gleichzeitige Übertragung mehrerer Meßgrößen ist eine Einrichtung notwendig, die die einzelnen Meßgrößen in bestimmtem zeitlichem Abstand nacheinander abfragt. Auf den ersten Blick scheint hier ein Ringzähler, also ein geschlossener Ring bistabiler Impulsschalter, geeignet zu sein. Die Zahl der Impulsschalter entspricht der Zahl der Meßgrößen. Zu Beginn der Übertragung wird ein Schalter eingeschaltet, und dieser Zustand wird nach dem Takt eines Steuergenerators von Schalter zu Schalter weitergegeben, so daß der Ring ohne Unterbrechung durchlaufen wird und die Meßgrößen in der vorgegebenen Reihenfolge periodisch abgetastet werden. Diese Einrichtung hat den Nachteil, daß beim einmaligen Ausfallen eines Schalters der Ring unterbrochen wird und die gesamte Anlage ausfällt. Geeigneter ist eine Fortschalteinrichtung, die aus einer Schalterkette besteht, deren erstes Glied nach der Übertragung je eines Meßwertes jeder Meßgröße wieder von neuem eingeschaltet wird. Gegenüber dem Ringzähler verlangt die Fortschalteinrichtung zwar einen zusätzlichen Steuerimpuls, hat aber den Vorteil, daß für die Dauer des Ausfalls beispielsweise des n ten Schalters die Übertragung der ersten $n-1$ Meßgrößen nicht unterbrochen wird. Die verschiedenen Meßgrößen würden also beispielsweise verschiedene Schaltwalzen bewegen, die Stellungen der Kontakte in ebenso vielen Verschiebespeichern zu einem bestimmten Zeitpunkt gespeichert werden, und die Inhalte der Speicher würden in bestimmter Reihenfolge herausgezogen und an die Taststufe (Leistungsstufe) des Senders gegeben werden. Das hieße, daß bei n Meßgrößen ein wesentlicher Teil der Anlage, nämlich der Verschiebespeicher, n fach vorhanden sein müßte. Dieser Aufwand läßt sich vermeiden, wenn die einzelnen Meßgrößen nacheinander abgetastet, im Verschiebespeicher gespeichert und gleich anschließend übertragen werden. Durch eine Diodenschaltung kann man erreichen, daß alle Meßgrößen in denselben Verschiebespeicher hineingegeben werden können, so daß dieser Teil auch bei mehreren Meßgrößen nur einmal vorhanden sein muß (Bild 3).

3. Beschreibung einer ausgeführten Versuchsanlage

3.1 Das System

Um den technischen Aufwand für eine Modulationseinrichtung nach den obengenannten Prinzipien zu studieren, wurde eine Versuchsanlage mit den folgenden Daten aufgebaut:

Die Meßwerte sollen unter Verwendung einer Variation des Gray-Codes als Stellung von 10 Kontakten oder als Betriebszustand von 10 Fotodioden (entsprechend 1024 Amplitudenstufen) gegeben sein. Im letzteren Fall können die im Bild 3 gezeichneten Schalter durch Fotodioden ersetzt werden.

Es soll der Verlauf von 10 Meßgrößen gleichzeitig übertragen werden, wobei von jeder Meßgröße 60 Werte in der Sekunde erscheinen sollen. Mit entsprechenden Zeiträumen für Synchronisationsimpulse ergibt sich daraus eine Folgefrequenz der binären Ausgangsimpulse von 8640 Hz. Um Gewicht und Leistungsbedarf so gering wie möglich zu halten, wurde die Anlage mit Transistoren aufgebaut. An den in bezug auf die Bandbreite entscheidenden Stellen wurde der Typ OC 602 verwendet, mit dem sich Impulsschalter mit einer Umschaltzeit von $4...6 \mu s$ aufbauen lassen.

Das Blockschaltbild (Bild 3) zeigt das System der Abtasteinrichtung. Die Fortschalteinrichtung liefert über die Verstärker $I...X$ nacheinander die Abtastimpulse, die die den Meßwert darstellenden Stellungen der entsprechenden 10 Kontakte in den Verschiebespeicher hineingeben. In der Zeit zwischen diesen Impulsen werden von dem Steuergenerator vom Punkt Z aus 10 Impulse an den Verschiebespeicher gegeben, die den Inhalt des Speichers zum Ausgang P hinauschieben. Die abgetasteten Kontaktstellungen erscheinen dort also in Form von Impulsen in zeitlicher Folge. Durch einen Impuls vom Punkt X wird der erste Impulsschalter der Fortschalteinrichtung eingeschaltet. Die Punkte Y 1 und Y 2 liefern wechselseitig Fortschaltimpulse, und zwar der Punkt Y 1 an die Impulsschalter 1, 3, 5 ... und der Punkt Y 2 an die Impulsschalter 2, 4, 6 Zwischen den einzelnen Impulsgruppen, die den Meßwert darstellen, liegt ein Synchronisationszwischenraum von der doppelten Periodendauer der Meßwertimpulse. Nach jedem Durchlauf der Fortschalteinrichtung (einmalige Abtastung jeder Meßgröße) folgt ein Synchronisations-

zwischenraum von der doppelten Übertragungsdauer eines Meßwertes. Der Steuergenerator kann über die Leitungen V 1, V 2 und W 1, W 2 Impulse abgeben, die diese Lücken ausfüllen und als Synchronisationsimpulse gebraucht werden können. Der Ausgangsimpulsformer, der aus ungepolten Impulsschaltern besteht, addiert diese Impulse zu den Meßwertimpulsen. Einen Ausschnitt aus der Ausgangsimpulsfolge zeigt Bild 4. Dabei ist angenommen, daß alle Meßwertkontakte geschlossen sind.

Der Steuergenerator muß also liefern:

- 1) Punkt X: 60-Hz-Impulse, die den Beginn der Übertragung der Meßwerte der 10 verschiedenen Meßgrößen festlegen.
- 2) Punkte Y 1 und Y 2: je 360-Hz-Nadelimpulse (Tastverhältnis 1 : 10), von denen jeweils der sechste von den Impulsen unter 1) ausgetastet ist. Die Impulse sind um eine halbe Periodendauer gegeneinander verschoben und steuern die Fortschalteinrichtung.
- 3) Punkt Z: eine Impulsreihe von 8640 Hz, bei der jeder elfte und zwölfte Impuls fehlt; Impulsreihe steuert den Verschiebespeicher.

3.2 Der Grundgenerator

Bild 5 zeigt das Blockschaltbild des Steuergenerators. Die Grundfrequenz von 8640 Hz wird in einem Oszillator mit induktiver Rückkopplung erzeugt (Bild 6). Die notwendige Frequenzkonstanz des Grundgenerators hängt von der Zahl der verwendeten Impulse je Meßwert ab. Vor jedem Meßwert wird der Empfänger synchronisiert. Wenn die Abtastimpulse des Empfängers bei der Normalfrequenz genau in der Mitte der Meßwertimpulse des Senders liegen, darf der letzte Meßwertimpuls nicht mehr als eine halbe Impulsbreite nach jeder Seite aus seiner zeitlichen Lage auswandern. Bei einem Tastverhältnis von 1 : 1 und n Meßwertimpulsen entspricht das einem zulässigen Fehler der Periodendauer von $\pm 25/n \%$. Dies ist allerdings die äußerste Grenze bei idealen Rechteckimpulsen. Praktisch wird man mindestens $\pm 10/n \%$ erreichen müssen. An dem abgebildeten Generator wurden in einem Temperaturbereich von $10...60^\circ C$ Abweichungen von $\pm 0,5 \%$ von der Normalfrequenz gemessen.

3.3 Der Pulser

Die Frequenzteilung wird mit Pulsern vorgenommen, die im Prinzip wie die entsprechenden Röhrenanordnungen aufgebaut sind. Wegen des kleinen Eingangswiderstandes des Transistors im Arbeitsgebiet wird die Rückflanke der Kollektorimpulse bei der normalen Schaltung

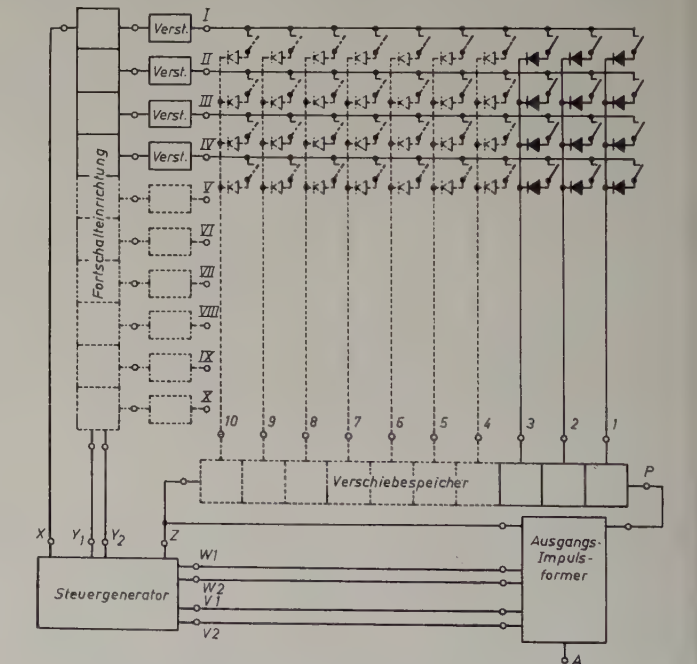
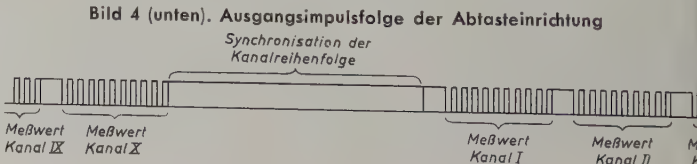


Bild 3. Blockschaltbild der Abtasteinrichtung für 10 Impulse/Meßwert und Zeitmultiplexübertragung von 10 Kanälen



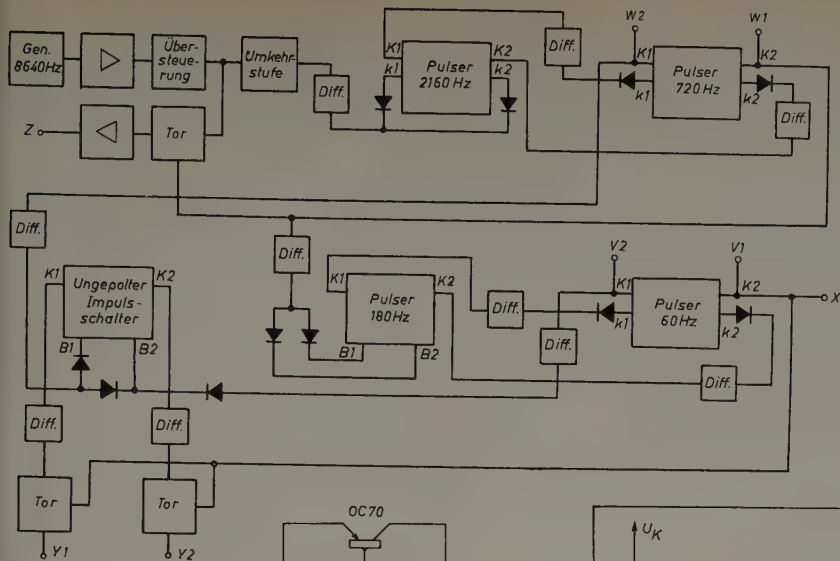


Bild 5. Blockschaltbild des Steuergenerators. K = Kollektor, k = Abgriff zwischen den Kollektorstufen, B = Basis

Bild 6. Grundgenerator

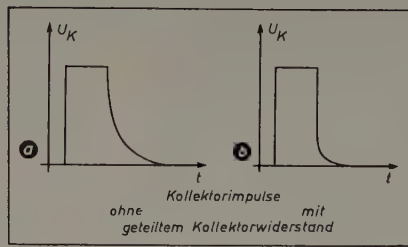
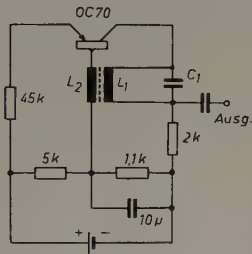


Bild 9. Ungepolter Impulsschalter

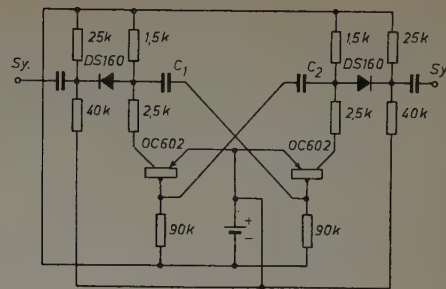


Bild 7. Pulser

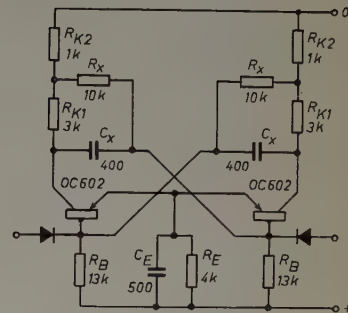


Bild 8. Kollektorstromimpulse a) ohne, b) mit geteiltem Kollektorstrom

sehr flach, die Kollektorspannung verläuft also nur zu einem kleinen Teil (2%) mit einer Steilheit, die der Schaltgeschwindigkeit des Transistors entspricht. Der restliche Teil verläuft dann entsprechend der Entladung des Kondensators C 1 bzw. C 2. Da mit den Kollektorstromimpulsen Teile aus den Impulsreihen unter 2) und 3) ausgetastet werden sollen, wurde, wie Bild 7 zeigt, eine Teilung des Kollektorstromes vorgenommen, durch die man das steile Stück der Rückflanke auf 75...80% der Sprunghöhe vergrößern kann (Bild 8).

3.4 Der ungepolte Impulsschalter

Zur Erzeugung der beiden Impulsreihen Y 1 und Y 2 wird zur Frequenzteilung 1 : 2 ein ungepolter Impulsschalter verwendet. Gleichartige Anordnungen bilden die Fortschalteneinrichtung. Die an den Impulsschalter gestellten Forderungen sind:

- 1) Die an die gesamte Anlage gestellte Forderung der Stabilität, also
 - a) Unabhängigkeit von den Fertigungstoleranzen und den Temperaturänderungen der Transistorwerte im Bereich der zulässigen Betriebstemperatur;
 - b) Unabhängigkeit von Betriebsspannungsschwankungen.
- 2) Möglichst hohe Empfindlichkeit, also
 - a) Arbeitspunkt des Transistors im aktiven Gebiet;
 - b) möglichst geringe Spannung zwischen Basis und Emmitter im gesperrten Zustand;
 - c) hohe Verstärkung im einzelnen Transistor.

Die Forderungen 1), 2a) und 2b) verlangen einmal einen hohen Gegenkopplungswiderstand im Emmitterkreis, zum anderen einen hohen Querstrom durch R_K , R_x , R_B . Das bedeutet unter anderem, daß R_K möglichst klein sein soll. Wenn man dennoch einen hohen Spannungssprung am Kollektor erreichen will, ohne den Kollektorstrom zu erhöhen, muß man den Kollektorstrom teilen (Bild 9). Um die Forderung 2c) zu erfüllen, muß man den Gegenkopplungswiderstand mit einem genügend großen Kondensator C_E überbrücken. Im allgemeinen sind aber die Betriebsdaten der Transistoren verschieden, und deshalb ist in den beiden stabilen Lagen des Schalters die Spannung an dem Widerstand R_E verschieden. Bei genügend hoher Schaltfrequenz richtet sich diese Spannung jedoch nach dem Transistor, der im eingeschalteten Zustand den größeren Emmitterstrom führt. Diese Spannung kann aber so groß sein, daß die andere Lage des Schalters erst dann stabil wird, wenn sich der Kondensator C_E auf den der neuen Lage entsprechenden Wert umgeladen hat; man benötigt also einen breiten Steuerimpuls. Diese Schwierigkeit läßt sich durch die Einführung der Kondensatoren C_x umgehen. Durch geeignete Wahl von C_x und C_E erhält man einen empfindlichen, sicheren Impulsschalter mit kurzer Umschlagzeit.

4. Ergebnisse

Bei der beschriebenen Versuchsanlage wurden von 10 vorgesehenen Meßwertkanälen 4 ausgeführt. Von den vorgesehenen 10 Impulsen je Meßwert (1024 Amplitudenstufen) wurden die ersten 3 verwendet. Dies schränkt die an der Anlage gemachten Erfahrungen nicht ein. Im Bild 3 ist der nicht ausgeführte Teil gestrichelt eingezeichnet. Mit Ausnahme des Verschiebespeichers lassen sich in der gesamten Anlage die Transistoren beliebig austauschen. Die Betriebsspannung wurde mit Rücksicht auf die Spannungsabfälle an den stabilisierenden Emmitterwiderständen auf 24 V festgesetzt. Die Anlage ist aber in weitem Maße von Betriebsspannungsschwankungen unabhängig. Bei einer Außentemperatur von 20 °C arbeitet sie noch in einem Bereich von 13...32 V. Dabei sind die Strom- und Leistungsaufnahmen

Betriebsspannung	13	24	32	V
Stromaufnahme	75	133	185	mA
Leistungsaufnahme	0,98	3,2	5,9	W

Eine Messung der Transistorparameter in Abhängigkeit von der Temperatur zeigt, daß mit zunehmender Temperatur auch die Änderung der Parameter zunimmt. Die kritische Temperaturgrenze ist also die obere. Sie liegt bei dieser Anlage bei etwa + 35 °C. Die von der Lieferfirma für den Transistor OC 602 angegebene höchstzulässige Betriebstemperatur ist + 40 °C. Es ist zu erwarten, daß im Laufe der Zeit die Fertigungstoleranzen der Transistoren kleiner werden; nur dadurch kann der Bereich der zulässigen Betriebstemperatur der Anlage erweitert werden.

Schrifttum

- [1] Kettel, E.: Der Störabstand bei der Nachrichtenübertragung durch Codemodulation. Arch. elektr. Übertr. Bd. 3 (1949) S. 161
- [2] Barney, K. A.: The binary quantizer. Electr. Engng. Bd. 68 (1949) S. 962
- [3] Bayliss, A. J.: A ten-channel pulse code telemetry system. Electron. Engng. Bd. 6 (1952) S. 485
- [4] Smith, B. D.: Coding by feedback methods. Proc. Inst. Radio Engng. Bd. 41 (1953) S. 1053
- [5] Partridge, G. R.: A transistorized pulse code modulator. Trans. Inst. Radio Engng. EC-3 (Dez. 1954) Nr. 4, S. 7
- [6] Follingstad, H. G., Shive, J. N., u. Yaeger, R. E.: An optical position encoder and digit register. Proc. Inst. Radio Engng. Bd. 40 (1952) S. 1573
- [7] Kernahan, J. J. J.: A digital code wheel. Bell Lab. Rec. Bd. 33 (1954) S. 126
- [8] Gray, F.: Pulse code communication. US-Patent Nr. 2632058
- [9] Munk, E., u. Batz, P.: Dualzahlenspeicher für Impulstastung mit Transistoren. Fernmeldetechn. Z. Bd. 8 (1955) S. 379

(eingegangen am 6. Mai 1957)

T. BERTLING

Regelung stromrichter-gespeister Fördermaschinen

DK 622.625.5.077.65

1. Arbeitsbedingungen

In der Fördertechnik werden beim automatischen Betrieb schwierige Forderungen gestellt, die mit Hilfe von Steuerungen und Regelungen erfüllt werden müssen. Bei Gestell- oder Gefäßförderanlagen können alle Lasten zwischen Null und dem Maximalwert gefördert oder eingehängt werden, wobei Teufen bis über 1000 m zu überwinden sind. Ein solcher Betrieb erfordert als wesentliche Voraussetzung die Reversierbarkeit, wobei die Antriebsmaschine in jeder Drehrichtung als Motor oder Generator arbeiten kann. Außerdem soll es möglich sein, jede zwischen Stillstand und Nenndrehzahl liegende Geschwindigkeit zu fahren, so daß ein zeit- oder wegababhängiges Geschwindigkeitsprogramm möglich ist. Dabei dürfen wegen der Gefahr des Seilrutsches, der Sicherheit der Maschinen und der zu erfüllenden Zeitforderungen festzulegende Drehmomente nicht überschritten werden, wodurch die Grenzen für die Beschleunigung und die Verzögerung vorgeschrieben sind. Um unliebsame Seil-schwingungen zu vermeiden, müssen Drehmoment- oder Stromänderungen so verlaufen, daß keine gefährlichen Stöße auftreten. Damit eine gewünschte Haltegenauigkeit bei Einhaltung vorgeschriebener Förderzeiten sowohl am Ende eines Zuges (Hängebank) als auch beim Umsetzen mehrstöckiger Förderkörbe erreicht wird, muß für diese Wegabschnitte die Regeleinrichtung mit besonders hoher Genauigkeit arbeiten. Im allgemeinen wird, um eine brauchbare Regelgüte zu erhalten, angestrebt, die Glieder des Regelkreises bis zum Motor hin in ihrem Zeitverhalten möglichst trägheitslos zu gestalten, wobei auf eine brauchbare Zeitkonstantenstaffelung Wert zu legen ist.

Im praktischen Betrieb haben sich für die Speisung des Gleichstrom-Fördermotors zwei Verfahren bewährt: der Leonardumformer und der gittergesteuerte Stromrichter. Für den Stromrichter sprechen: nahezu trägheitslose Regelbarkeit, kleineres Gewicht, Wegfall von Fundamenten, geringere Geräusche, schnelle Betriebsbereitschaft und kleine Leerlaufverluste.

Im Rahmen dieses Aufsatzes soll nicht auf die verschiedenen Merkmale der möglichen Schaltungsarten von Stromrichtern für Umkehrantriebe eingegangen werden. Hierüber wurde in der Schrifttum berichtet; auf die am Schluß angeführten einschlägigen Veröffentlichungen wird verwiesen.

Für eine automatische Förderanlage wird die der Kreuzschaltung elektrisch gleichwertige Gegenparallelschaltung mit Einanodengefäßen im Ankerkreis des Fördermotors in der Praxis oft angewandt. Bei dieser Schaltung wird, ähnlich wie beim Leonardumformer, eine stetige Drehmomentumkehr praktisch ohne Totzeit erreicht. Für den nun folgenden Rechnungsgang der Optimierung des Drehzahl-Regelkreises wurde diese regeltechnisch günstige Schaltungsart angenommen.

2. Berechnung zur Optimierung eines Drehzahl-Regelkreises

Die betrachtete Anordnung besteht, wie im Bild 1 gezeigt, aus einem Sollwertesteller S , einem Verstärker MV , einem Gittersteuersatz GS für die Einanodengefäße in Gegenparallelschaltung, den Stromrichtergefäßen $G1, G2$, dem Fördermotor M und einem Tachodynamo TD .

Bei allen nachfolgenden Gleichungen wird die Operatorenschreibweise angewandt.

Die Spannungsgleichung für den Magnetverstärker MV ist

$$U_1 = \frac{1}{V_1} (1 + pT_1) U_2 \quad (1)$$

Dabei bedeuten U_1 = Eingangsspannung des Verstärkers, U_2 = Ausgangsspannung des Verstärkers, V_1 = Spannungsverstärkung des Verstärkers, T_1 = Zeitkonstante des Verstärkers und p = Laplace-Operator für $\frac{d}{dt}$ (Näheres vgl. z. B. [4]).

Die Spannungsgleichung für den Gittersteuersatz GS lautet analog

$$U_2 = \frac{1}{V_2} (1 + pT_2) U_3 \quad (2)$$

wobei U_3 = effektive Ausgangsspannung des Gittersteuersatzes beziehungsweise effektive Gitterspannung an den Gefäßen, T_2 = Zeitkonstante des Steuersatzes, V_2 = Spannungsverstärkung des Steuersatzes ist.

Der Gittersteuersatz GS hat den Zweck, die Zündimpulse für die Gitter der Stromrichtergefäße proportional der Größe der Ausgangsspannung U_2 des vorgeschalteten Verstärkers zu verschieben. Dabei kann dieses Glied in der Rechnung wie ein trägheitsbehafteter Verstärker behandelt werden.

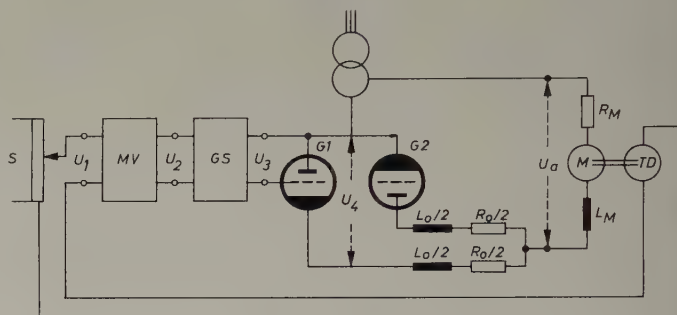


Bild 1. Schaltbild des Drehzahl-Regelkreises für einen Fördermotor M

Da die Gefäße praktisch trägheitslos arbeiten, kann die Beziehung zwischen den Effektivwerten der angelegten Gitterspannung und der angesteuerten Netzspannung wie folgt ausgedrückt werden:

$$U_3 = \frac{U_4}{V_3} \quad (3)$$

Dabei ist U_4 = Effektivwert der Ausgangsspannung und V_3 = scheinbare Spannungsverstärkung durch die Gefäße.

Für den Spannungskreis einschließlich der Gefäße, Anodendrosseln, Saugdrosseln und Glättungsdrosseln bis zu den Motorklemmen gilt die Beziehung

$$U_4 - U_a = (R_0 + pL_0) I_a \quad (4)$$

Hier ist U_a = Ankerspannung, I_a = Ankerstrom, R_0 = ohmsche Widerstände in diesem Abschnitt und L_0 = Induktivitäten in diesem Abschnitt.

Für die Spannung U_a an den Ankerklemmen des Motors M gilt

$$U_a = k I_e \omega + (R_m + pL_m) I_a \quad (5)$$

Hierin bezeichnet k eine Konstante des Fördermotors M , I_e = Erregerstrom des Fördermotors, der gewöhnlich konstant gehalten wird, ω = Drehzahl des Fördermotors, R_m = ohmscher Widerstand im Ankerkreis, L_m = Induktivität im Ankerkreis.

Für das im Motor M erzeugte Beschleunigungsmoment gilt

$$k I_e I_a = \Theta p \omega \quad (6)$$

Es ist $\Theta = \frac{GD^2}{4g}$ das Trägheitsmoment der gesamten bewegten Massen, bezogen auf die Motorwelle (G = Gewicht der gesamten bewegten Massen, D = doppelter Trägheitsradius, g = Fallbeschleunigung), und k die gleiche Konstante wie in Gl. (5).

Schließlich besteht zwischen der Drehzahl und der Tachospannung noch folgende Beziehung:

$$\frac{U_T}{U_{Tn}} = \frac{\omega}{\omega_n} \quad (7)$$

mit U_T = Tachogeneratorspannung, U_{Tn} = Nennspannung des

Tachogeneratoren und ω_n = Nenndrehzahl des Tachogenerators gleich Nenndrehzahl des Motors. Ferner wird festgelegt: $T_0 = \frac{L_0}{R_0}$, $T_a = \frac{L_m}{R_m}$, $U_{an} = R_m \cdot I_{an} = k \cdot \omega_n \cdot I_e$.

I_{an} ist der Kurzschlußstrom des festgebremsten Motors bei aufgedrückter Nennspannung U_{an} .

Bezieht man auf diesen Strom das mögliche Kurzschlußmoment, also $M_k = k I_{an} I_e$, so erhält man mit $T_m = \frac{\Theta \omega_n}{M_k} =$ mechanische Zeitkonstante, bezogen auf die Ankerklemmen aus Gl. (6)

$$\frac{I_a}{I_{an}} = T_m p \frac{\omega}{\omega_n} \tag{8}$$

Außerdem sei $r = \frac{R_0}{R_m}$, $V_4 = \frac{U_{Tn}}{U_{an}}$ und $V = V_1 V_2 V_3 V_4$ Gesamtverstärkung, $T_M = T_m (1 + r)$ mechanische Zeitkonstante bei Steuerung des Motors M über die Gefäße und $T_A = \frac{T_a + r T_0}{1 + r} =$ Ankerkreiszeitkonstante.

Daraus ergeben sich zur Berechnung des Zeitverhaltens des Regelkreises — entsprechend den Beziehungen (1) bis (7) — die Gleichungen

$$U_1 = \frac{1}{V_1} (1 + p T_1) U_2 \tag{9}$$

$$U_2 = \frac{1}{V_2} (1 + p T_2) U_3 \tag{9}$$

$$U_3 = \frac{1}{V_3} \left[U_a + \frac{r}{V_4} (1 + p T_0) p T_m U_T \right] \tag{10}$$

$$U_a = \frac{1}{V_4} [1 + (1 + p T_a) p T_m] U_T \tag{11}$$

Durch Elimination von U_2, U_3, U_a folgt daraus

$$U_1 = \frac{1}{V} (1 + p T_1) (1 + p T_2) \left\{ 1 + (1 + r) \left[1 + p \frac{T_a + r T_0}{1 + r} \right] p T_m \right\} U_T \tag{12}$$

Der Frequenzgang ist also

$$\begin{aligned} F^{-1}(p) &= \frac{1}{V} (1 + p T_1) (1 + p T_2) \\ &\quad \left\{ 1 + (1 + r) \left[1 + p \frac{T_a + r T_0}{1 + r} \right] p T_m \right\} \\ &= \frac{1}{V} (1 + p T_1) (1 + p T_2) [1 + (1 + p T_A) p T_M] \end{aligned} \tag{13}$$

Da nicht zu erwarten ist, daß ein aus serienmäßigen Gliedern aufgebauter Regelkreis von Natur aus den optimalen Bedingungen entspricht (wie an Hand der später angegebenen Zahlenwerte leicht nachzurechnen ist), werden hier zwei Rückführungen vorgesehen (Bild 2). Die erste, mit α bezeichnete Rückführung besteht aus einem RC-Netzwerk, das von einem Abgriff der Ankerspannung an den Motorklemmen gespeist wird. Die α -Rückführung muß an der im Bild 1 bezeichneten Stelle für U_a abgenommen werden, wo diese Spannung

hinreichend geglättet ist. Die Zeitkonstanten sind im Rechnungsgang auf diese Stelle zu beziehen.

Für diese α -Rückführung gilt nun

$$T_I = R_I C_I, \quad T_{II} = R_{II} C_{II}, \quad r_1 = \frac{R_I}{R_{II}}$$

Die Rückführungsspannung ist dann

$$\begin{aligned} U_a &= \frac{\alpha R_I p T_{II}}{V_4} \frac{[1 + (1 + p T_a) p T_m] U_T}{R_I p T_{II} + R_{II} (1 + p T_I) (1 + p T_{II})} \\ &= \frac{2 \alpha p T_a}{V_4} U_T \end{aligned} \tag{14}$$

Die β -Rückführungsspannung wird vom Ausgang des Verstärkers MV abgegriffen.

Dabei ist die Rückführzeitkonstante $T_{III} = R_{III} C_{III}$ und die β -Rückführungsspannung

$$\begin{aligned} U_\beta &= \frac{\beta R_I p T_{III}}{V_2 V_3 V_4} \frac{(1 + p T_2) \left[1 + (1 + r) \left(1 + p \frac{T_a + r T_0}{1 + r} \right) p T_m \right]}{R_{III} (1 + p T_{III})} U_T \\ &= \frac{\beta p T_2}{V_2 V_3 V_4} (1 + p T_M + p^2 T_A T_M) U_T \end{aligned} \tag{15}$$

Damit die Güte des Verstärkers V nicht verschlechtert wird, macht man die Rückführwiderstände $R_{II} = R_{III} \geq R_I$. Damit die α -Rückführung nur einen p -Anteil, die β -Rückführung einen p -, p^2 - und p^3 -Anteil liefert, wie aus Gl. (14) und (15) bereits ersichtlich, sind in diesen Gleichungen folgende Vorschriften zu erfüllen:

$$r_1 = \frac{T_m}{4 T_a}; \quad T_I = \frac{T_m}{2}; \quad T_{II} = 2 T_a; \quad T_{III} = T_2$$

Der Grund dafür ist, daß die Bildung einer Ableitung zwangsweise zum Auftreten einer Trägheit führt, die man zweckmäßigerweise so wählt, wie die nach der Abgriffstelle folgende Trägheit, weil dann, zeitlich gesehen, beispielsweise das zugeordnete Differential der Regelgröße im gleichen Augenblick beim Verstärker eintrifft wie die Regelgröße selbst. Rechnerisch bedeutet das, daß sich dann in Gl. (14) die eckige Klammer gegen den Nenner streichen läßt und in Gl. (15) im Nenner und Zähler die Ausdrücke in der runden Klammer wegfallen.

Es ergibt sich daraus für den geschlossenen Regelkreis mit den beiden Rückführungen als Frequenzgang

$$\begin{aligned} F_1^{-1}(p) &= 1 + \frac{2 \alpha p T_a}{V_4} + \frac{\beta p T_2}{V_2 V_3 V_4} (1 + p T_M + p^2 T_A T_M) + \frac{1}{V} \\ &\quad (1 + p T_1) (1 + p T_2) (1 + p T_M + p^2 T_A T_M) \end{aligned} \tag{16}$$

Zur Vereinfachung der Ausrechnung benutzt man die Abkürzungen

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= \frac{2 V_1 V_2 V_3 T_a}{V} [\text{s}] & \alpha_2 &= \frac{V_1 T_a}{V} [\text{s}] & \alpha_3 &= \frac{1}{V} \\ \alpha^4 &= \frac{T_2 + T_M}{V} [\text{s}] & \alpha_5 &= \frac{V_1 T_2 T_M}{V} [\text{s}^2] & \alpha_6 &= \frac{T_M (T_2 + T_A)}{V} [\text{s}^2] \\ \alpha_7 &= \frac{V_1 T_2 T_A T_M}{V} [\text{s}^3] & \alpha_8 &= \frac{T_2 T_A T_M}{V} [\text{s}^3] & p &= \frac{q}{\sqrt[4]{T_1 \alpha_8}} [\text{s}^{-1}] \end{aligned}$$

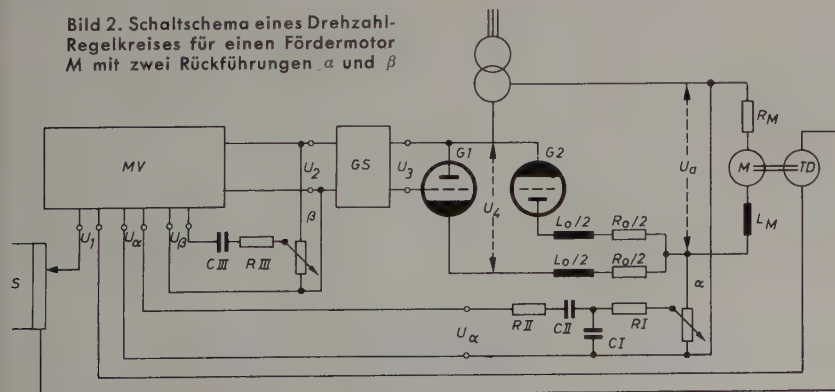
und es ergibt sich aus Gl. (16) die Normalform [5]

$$\begin{aligned} F^{-1}(q) &= 1 + \frac{\alpha \alpha_1 + \beta \alpha_2 + T_1 \alpha_3 + \alpha_4}{\sqrt[4]{T_1 \alpha_8}} q + \\ &\quad + \frac{\beta \alpha_5 + T_1 \alpha_4 + \alpha_6}{\sqrt[4]{T_1 \alpha_8}} q^2 + \frac{\beta \alpha_7 + T_2 \alpha_6 + \alpha_8}{\sqrt[4]{(T_1 \alpha_8)^3}} q^3 + q^4 \end{aligned} \tag{17}$$

Diese Gleichung hat aber bei Betragsoptimierung folgende Form:

$$\begin{aligned} F^{-1}(q) &= 1 + \sqrt{2} (2 + \sqrt{2}) q + (2 + \sqrt{2}) q^2 + \\ &\quad + \sqrt{2} (2 + \sqrt{2}) q^3 + q^4 \end{aligned} \tag{18}$$

Bild 2. Schaltschema eines Drehzahl-Regelkreises für einen Fördermotor M mit zwei Rückführungen α und β



Aus dem Koeffizientenvergleich ergeben sich für die drei gesuchten Größen α , β und T_1 die Gleichungen

$$4(2 + \sqrt{2})^2 T_1 a_8 = (\alpha a_1 + \beta a_2 + T_1 a_3 + a_4)^4 \quad (19)$$

$$(2 + \sqrt{2})^3 T_1 a_8 = (\beta a_5 + T_1 a_4 + a_6)^2 \quad (20)$$

$$4(2 + \sqrt{2})^2 T_1^3 a_8^3 = (\beta a_7 + T_1 a_6 + a_8)^4 \quad (21)$$

Daraus folgt für die Abgriffe

$$\alpha = \left(\sqrt[4]{4(2 + \sqrt{2})^2 T_1 a_8} - \beta a_2 - T_1 a_3 - a_4 \right) / a_1 \quad (22)$$

$$\beta = \frac{(2 + \sqrt{2}) \sqrt{T_1 a_8} - T_1 a_4 a_6}{a_5} \quad (23)$$

Mit $\sqrt{T_1} = x$ und nach Eliminierung von α und β gemäß Gl. (22) und (23) ergibt sich

$$\begin{aligned} & 4(2 + \sqrt{2})^2 V T_A^3 T_M^3 \\ & \frac{T_2 (T_M - T_A)^4}{x^6} \\ & = \left[x^2 + x \frac{(2 + 2\sqrt{2}) \sqrt{V T_A^3 T_M}}{\sqrt{T_2 (T_M - T_A)^2}} - \frac{T_M T_A^2}{T_2 (T_M - T_A)} \right]^4 \end{aligned} \quad (24)$$

Beispiel: $V = 100$; $T_2 = 0,065$ s; $T_A = 0,065$ s; $T_M = 1$ s; $T_a = 0,035$ s; $V_1 = 60$; $V_2 V_3 = 5,55$; $V_4 = 0,3$; $V_1 V_2 V_3 = 333$.

Dabei wird V aus der zu fordernden statischen Genauigkeit festgelegt, die übrigen Daten sind durch die Anlage gegeben. Somit lautet Gl. (24)

$$0,205 x^6 = (x^2 + 2,16 x - 6,32 \cdot 10^{-2})^4;$$

bzw. mit $x = y \cdot 10^{-1}$

$$20,5 y^6 = (y^2 + 0,216 \cdot y - 6,32)^4$$

Eine der Lösungen dieser algebraischen Gleichung 6. Grades liegt im Reellen zwischen den Werten y_1 und y_2 , wie die nachfolgende Rechnung zeigt:

$$y_1 = 1,4$$

$$20,5 \cdot 1,4^6 = 154 \cdot (1,96 + 0,31 - 6,32)^4 = 270$$

$$y_2 = 1,45$$

$$20,5 \cdot 1,45^6 = 190 \cdot (2,19 + 0,32 - 6,32)^4 = 210$$

Wählt man als Lösung $y \approx 1,45$, so errechnet sich daraus die Zeitkonstante für den Verstärker MV

$$T_1 = 0,0214 \approx 0,0215 \text{ [s]}$$

Für die oben zur Abkürzung eingeführten Größen ergeben sich nach Maßgabe der im Anschluß an Gl. (24) angegebenen Werte:

$$\alpha_1 = \frac{2 \cdot 333 \cdot 0,03}{100} = 0,2 \text{ [s]}; \quad \alpha_2 = 0,6 \cdot 0,03 = 0,018 \text{ [s]};$$

$$\alpha_3 = 0,01 \text{ [I]}; \quad \alpha_4 = 0,0106 \text{ [s]}; \quad \alpha_5 = 0,6 \cdot 0,06 \cdot 1 = 0,036 \text{ [s}^2\text{]};$$

$$\alpha_6 = 0,0012 \text{ [s}^2\text{]}; \quad \alpha_7 = 0,6 \cdot 0,06 \cdot 0,06 = 0,00216 \text{ [s}^3\text{]};$$

$$\alpha_8 = 0,000036 \text{ [s}^3\text{]}.$$

Die Abgriffe werden dann entsprechend Gl. (22) und (23)

$$\alpha = \frac{\sqrt[4]{11,65 \cdot 0,021 \cdot 0,000036} - 0,0433 \cdot 0,018 - 0,021 \cdot 0,01 - 0,0012}{0,2} = 0,261$$

$$\beta = \frac{3,414 \sqrt{0,021 \cdot 0,000036} - 0,021 \cdot 0,0166 - 0,012}{0,036} = 0,0433$$

Mit der Annahme $R_I = 1000 \Omega$ (Vorwiderstand der Steuerwicklung im Verstärker MV) folgt dann die Dimensionierung der Rückführungen

$$R_{II} = 1000 \Omega = R_{III}$$

$$r = 0,6; \quad T_m = \frac{1}{1,6} = 0,625 \text{ s};$$

$$T_A = \frac{T_a + r T_0}{1 + r}; \quad T_0 = \frac{T_A (1 + r) - T_a}{r} = 0,11 \text{ s}$$

$$r_1 = \frac{0,625}{4 \cdot 0,03} - 1 = \frac{6,25}{1,2} - 1 = 4,2$$

$$R_I = R_{II} \cdot r_1 = 1000 \cdot 4,2 = 4,2 \Omega$$

$$T_I = \frac{T_m}{2} = R_I C_I$$

$$C_I = \frac{T_m}{2 R_I} = \frac{0,625}{8400} = \frac{6,25}{0,84} \cdot 10^{-5} = 75 \mu\text{F}$$

$$T_{II} = 2 T_a = R_{II} C_{II}$$

$$C_{II} = \frac{2 T_a}{R_{II}} = \frac{2 \cdot 0,03}{1000} = 60 \mu\text{F}$$

$$T_{III} = T_3 = R_I C_{III}$$

$$C_{III} = \frac{T_3}{R_I} = \frac{0,06}{1000} = 60 \mu\text{F}$$

Werden die Rückführungen nach dieser Einstellungsvorschrift eingestellt, so ist der Drehzahlregelkreis der diskutierten Art optimal angepaßt.

Tatsächlich werden bei Anlagen, deren Motoren mit Stromrichtern gespeist werden, die Regelkreise in dieser Form ausgelegt. Damit ist es möglich, die eingangs gestellten Forderungen weitgehend zu erfüllen.

Schrifttum

- [1] Möltgen, G.: Stromrichter in Kreuzschaltung und Gegenparallelschaltung. Siemens-Z. Bd. 30 (1956) S. 580—585
- [2] Stahl, K.: Fördermaschinenantrieb mit Stromrichterspeisung. BBC-Nachr. Bd. 37 (1955) Nr. 3, S. 83—87
- [3] Hölter, F.: Stromrichter für Fördermaschinenantrieb. Schlägel u. Eisen (1956) S. 549—558
- [4] Lang, A.: Kennzeichnung von Regelkreisgliedern und Regelkreisen durch Blockschaltbilder. AEG-Mitt. Bd. 45 (1955) S. 33
- [5] Grünwald, E.: Entwurf von Reglern und Rückführungen. Regelungstechn. Bd. 3 (1955) S. 147—152, S. 172—180

(eingegangen am 6. Juli 1957)

Internationaler Verband für automatische Regelung (IFAC)

Am 11. September 1957 wurde in Paris die *International Federation of Automatic Control (IFAC)* gegründet. Das Arbeitsgebiet des Verbandes umfaßt Theorie und Anwendung der Regelungstechnik einschließlich Steuerungen und Servomechanismen sowie Probleme der Gerätetechnik, Informationsverarbeitung und elektronischen Rechenmaschinen, soweit sie in Regelungssystemen enthalten sind bzw. mit den Fragen der Regelung in Zusammenhang stehen.

Der neugegründete Verband will durch Erfahrungsaustausch zwischen den nationalen Mitgliedsorganisationen die Entwicklung der technisch-wissenschaftlichen Grundlagen der Regelungstechnik fördern. Zu diesem Zweck sollen internationale Tagungen veranstaltet und in Arbeitsausschüssen mit internationaler Zusammensetzung Teilgebiete der Regelungstechnik behandelt werden.

Die Vorbereitung der Gründung lag in der Hand eines *Provisorischen Internationalen Komitees für Regelungstechnik und Automatik*, das auf der Heidelberger Tagung der *VDI/VDE-Fachgruppe Regelungstechnik* im September 1956 gebildet worden war. Die Arbeiten des provisorischen Komitees, das aus Prof. V. Brodia (Frankreich), Dr. O. Grebe (Deutschland), Prof. A. M. Letov (UdSSR), Prof. P. Nowacki (Polen), Prof. R. Oldenburger (USA) und Dr. D. B. Welbourn (England) bestand, verliefen in sachlicher Atmosphäre und ließen den Willen erkennen, durch gegenseitige Aussprache das gemeinsam interessierende Fachgebiet zu fördern und rasch zu konkreten Arbeitsergebnissen zu kommen. Die Geschäftsführung des Komitees war der *VDI/VDE-Fachgruppe Regelungstechnik* übertragen worden und wurde von Dr. G. Ruppel wahrgenommen.

Auf der Gründungsversammlung in Paris waren außer der *VDI/VDE-Fachgruppe Regelungstechnik* die Organisationen für Regelungstechnik und Automatik aus Belgien, China, England, Frankreich, Holland, Italien, Japan, Jugoslawien, Norwegen, Österreich, Polen, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Türkei, Ungarn, der UdSSR und den USA vertreten. Darüber hinaus haben regelungstechnische Verbände weiterer Länder ihr Interesse an der Gründung des internationalen Verbandes bekundet und seinen Zielen zugestimmt.

Die Gründungsversammlung wählte zum Präsidenten eines aus 11 Mitgliedern bestehenden Exekutivrates H. Chestnut (USA), zum 1. Vizepräsidenten Prof. A. M. Letov (UdSSR) und zum 2. Vizepräsidenten Prof. V. Brodia (Frankreich). Dr. G. Lehmann (Frankreich) wurde als Schatzmeister und Dr. G. Ruppel (Deutschland) als Sekretär in den Vorstand der *IFAC* gewählt. Die übrigen sechs ordentlichen Mitglieder des Exekutivrates sind: M. Ajnbinder (Belgien), Prof. J. F. Coales (England), Prof. G. Evangelisti (Italien), Prof. Ed. Gerecke (Schweiz), Prof. P. Nowacki (Polen) und Prof. H. S. Tsien (China). Der erste Kongreß der *IFAC* ist für 1959 oder 1960 in Moskau in Aussicht genommen.

Eine Variante des stabilisierten Netzgerätes

DK 621.311.62:621.316.722.1

Ein hochkonstantes stabilisiertes Netzgerät wurde von P. Perilhou und J. Cayzac beschrieben [1]. Von dort sind die Berechnungsunterlagen übernommen. Folgende Bezeichnungen werden benutzt:

- μ = Verstärkungsfaktor der Leistungsröhre,
- V = Spannungsverstärkung des Gleichspannungsverstärkers,
- U_v = konstante Bezugsspannung,
- U_e = Gleichspannung am Eingang des Regelgerätes,
- U_a = Gleichspannung am Ausgang des Regelgerätes,
- $p = \frac{U_v}{U_a}$,
- $\frac{\Delta U_e / U_e}{\Delta U_a / U_a} = \mu V p \frac{U_a}{U_e} = \mu V \frac{U_v}{U_e}$ = Stabilisierungsfaktor.

Für ein Netzgerät, das eine stabilisierte Gleichspannung von 900 V liefert, ist der Stabilisierungsfaktor 2000 gefordert. Mit einer Vergleichsspannung von 85 V (85A2) und einer notwendigen Eingangsspannung von 1300 V ist das Produkt μV dann festgelegt.

$$\mu V = \frac{U_e}{U_v} \cdot \text{Stabilisierungsfaktor} = \frac{1300}{85} \cdot 2000 = 30600$$

Die Leistungsröhre muß den Anforderungen an Spannungsicherheit und Verlustleistung genügen; es wurde die EL 81 gewählt. Für die als Triode geschaltete EL 81 ist $\mu = 5$. Die erforderliche Spannungsverstärkung des Gleichspannungsverstärkers muß dann sein

$$V = \frac{30600}{5} = 6120$$

Ein größeres μ erreicht man, wenn die EL 81 als Pentode mit fester Schirmgitterspannung betrieben wird. Das macht allerdings die Bereitstellung einer Hilfsspannung U_{g2} zur Erzeugung der festen Schirmgitterspannung notwendig. Man kann dann mit $\mu = 100$ rechnen. Die Spannungsverstärkung V des Gleichspannungsverstärkers müßte, wenn man den Stabilisierungsfaktor 2000 erhalten will, den Wert 306 haben. Man erreicht diese Spannungsverstärkung mühelos mit dem im folgenden beschriebenen zweistufigen Gleichspannungsverstärker (Bild 1).

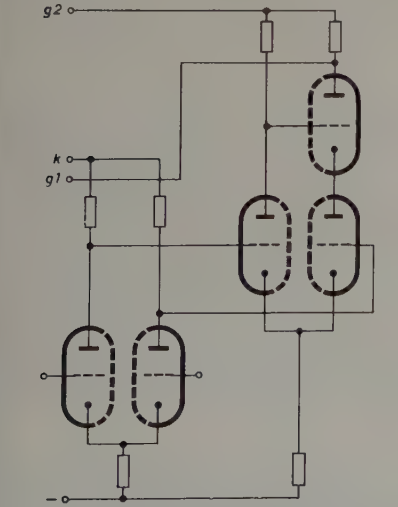


Bild 1. Zweistufiger Gleichspannungsverstärker mit symmetrischem Eingang und unsymmetrischem Ausgang

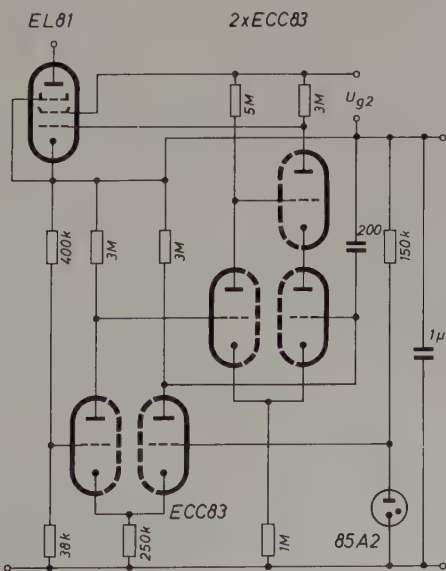


Bild 2 (unten). Stabilisiertes Netzgerät; erste Schaltungsanordnung

Bild 3. Stabilisiertes Netzgerät für 900 V, zweite Schaltungsanordnung

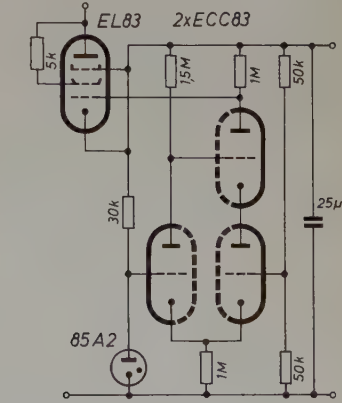
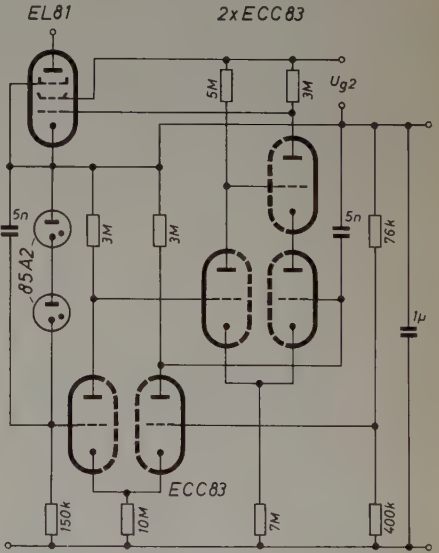


Bild 4. Stabilisiertes Netzgerät für 170 V

Der Verstärker hat einen symmetrischen Eingang. Das ist notwendig, weil bei der Aussteuerung zwischen Kathode und Gitter Heizspannungsänderungen zu große Spannungsschwankungen am Ausgang hervorrufen. (Eine Diskussion dieses Effektes ist in [2] durchgeführt.) Die zweite Stufe des Verstärkers hat ebenfalls einen symmetrischen Eingang. Es muß deshalb nicht, wie bei [1], durch Stabilisatoren die konstante Bezugsspannung für die Kathode erzeugt werden, sondern sie entsteht automatisch durch den gemeinsamen Kathodenwiderstand. Um den symmetrischen Verstärker mit einem unsymmetrischen Ausgang zu versehen, wurde eine Gleichstromkaskodenschaltung benutzt, bei der das Gitter der zweiten Triode mit gleicher Polarität angesteuert wird. Die Hilfsspannung, die die feste Schirmgitterspannung liefert, dient gleichzeitig als Pluspol für die Arbeitswiderstände der zweiten Stufe [3]. Als Röhren für den Gleichspannungsverstärker wurden ECC 83 verwandt.

Der Verstärker mit symmetrischem Eingang und unsymmetrischem Ausgang läßt zwei verschiedene Schaltungsanordnungen zu.

- 1) Für stabilisierte Gleichspannungen bis 1000 V wird die Vergleichsspannung am Minuspol der Ausgangsklemmen angeschlossen (Bild 2).
- 2) Die Vergleichsspannung ist mit dem Pluspol der Ausgangsklemmen verbunden. Es empfiehlt sich, bei dieser Ausführung die Vergleichsspannung zu erhöhen, damit die nötige Anodenspannung für den Gleichspannungsverstärker zur Verfügung steht. Hier kann auch ohne besondere Sicherheitsmaßnahmen eine Batterie als Vergleichsspannungsquelle dienen; bei ausgeschalteter Hochspannung wird dann das Gitter der geheizten Röhre zugesteuert (Bild 3).

Der Verstärker ist in beiden Anordnungen so dimensioniert, daß er wenig Strom verbraucht: im ersten Falle 0,7 mA, im zweiten 0,2 mA. Er liefert eine Spannungsverstärkung bei 1) von 5000, bei 2) von 1500. Mit der EL 81 in Pentodenschaltung ($\mu = 100$) errechnet sich ein Stabilisierungsfaktor von 33000 für das erste und 20000 für das zweite Netzgerät.

Experimentell ergaben sich Stabilisierungsfaktoren, die bei beiden Anordnungen größer waren als 2000. Bei diesen Messungen wurde der Stabilisierungsfaktor bestimmt, der sich gegenüber Veränderungen der Eingangsspannung ergibt. Dabei unterlagen die Heizungen sämtlicher Röhren der gleichen relativen Schwankung wie die Eingangsspannung.

Um Schwingungen des Regelkreises auszuschließen, wurde eine passende Zeitkonstante des Verstärkers experimentell bestimmt.

Die konstante Schirmgitterspannung der EL 81 (170 V) wird ebenfalls von einem stabilisierten Netzgerät erzeugt (Bild 4). Der Gleichspannungsverstärker dieses Gerätes ist einstufig und hat zur Kompensation der Heizspannungsschwankungen wieder einen symmetrischen

Eingang. Bei Inbetriebsetzung des Gerätes werden nach dem Anheizen der Röhren mit einem Schalter gleichzeitig die Hochspannung und die Hilfsspannung für das Schirmgitter eingeschaltet.

Schrifttum

- [1] Perilhou, P., u. Cayzac, J.: Ein stabilisierter Speisegleichrichter für 5000 V, 50 mA. Philips' techn. Rdsch. Bd. 14 (1953) Nr. 4, S. 113
- [2] Valley, G. E., u. Wallman, H.: Vacuum tube amplifiers. Radiation Lab. Ser. 18. New York 1948, McGraw-Hill. Sec 11. 6 and Sec 11. 12
- [3] Kretzmann, R.: Schaltungsbuch der industriellen Elektronik. Berlin 1955, Verl. f. Radio-Foto-Kinotechn. S. 93

(eingegangen am 5. Apr. 1957)

INTERKAMA 57

Internationaler Kongreß mit Ausstellung für Meßtechnik und Automatik Düsseldorf 2.-10.11.57

DK (621.317+621-523.8):061.3/4

143 Aussteller aus 9 verschiedenen Ländern und 173 Aussteller aus Deutschland führen in Düsseldorf modernste Geräte und vollständige Anlagen zum Messen, Überwachen und Automatisieren vor. Die Anwendung erstreckt sich u. a. auf Forschung, Elektrizitäts-, Gas- und Wasserwirtschaft, Berg- und Hüttenwesen, Verkehr, Nachrichtenwesen, Vermessen, Maschinenbau, Fahrzeug- und Elektroindustrie, Nahrungs- und Genussmittelindustrie, Textil-, Zellstoff- und Papierindustrie, chemische und Mineralölindustrie. Eine wissenschaftlich-technische Sonderschau geht auf die Geschichte der Meßtechnik, staatliche Aufgaben auf dem Gebiet des Meßwesens, Rationalisieren durch Messen und Regeln und auf die Nachwuchsausbildung ein. Die engen Kontakte zwischen Fachingenieuren und Meßgerätefirmen sollen Instrumentenkurse verschiedenster Hersteller vertiefen. Der Kongreß beginnt am 3.11. mit Fest- und Fachvorträgen aus den Gebieten der Instrumentation und Automatisierung, des Meßwesens und der Regelungstechnik, denen sich in den darauffolgenden Tagen öffentliche Fachtagungen anschließen, und zwar veranstaltet vom VDE (Elektrische und wärmetechnische Meßgeräte und Meßverfahren), von der VDI/VDE-Fachgruppe Regelungstechnik (Neue Regelungsverfahren und deren praktische Anwendung; Die Leistungsregelung von Dampferzeugern für den Verbundbetrieb; Regelung in Chargenbetrieben), vom Fachausschuß „Regelungs-mathematik“ der Gesellschaft für Angewandte Mathematik und Mechanik (Anwendung von Rechenmaschinen bei Regelvorgängen).

Die nachstehenden Vorberichte streifen das besonders interessierende Ausstellungsprogramm verschiedener Firmen, soweit Angaben darüber vorliegen.

AEG

Eine Auswahl ihrer Geräte für Messen, Steuern und Regeln führt die AEG vor. Lösungen für mehrere Automatisierungsaufgaben werden an Modellanlagen gezeigt.

Der AEG-Mittelwertschreiber kann in rationeller Weise für die Registrierung und Speicherung vielfältiger Meß-, Steuer- und Regelwerte eingesetzt werden; er druckt in einstellbaren Zeitabständen den Stand eines fünfstelligen Zählwerkes auf einen Papierstreifen. Das statistische Anzeigergerät „SAG“ gibt an, wie lange die Meßgröße einen bestimmten Wert hatte, d. h., in welcher Häufigkeit sie in einem bestimmten Zeitabschnitt auftrat.

Ein zentrales Registriergerät, das „ZMR“-System, speichert zunächst die von verschiedenen Meßstellen gelieferten Werte, dann werden in schnellem Rhythmus die Speichereinheiten abgefragt und ihre Antwort nach Eingabe von Kennziffern und Zeitwerten über ein Kodiergerät einem Kartenlocher zugeführt. Zum Auswerten von Lochstreifen führt die AEG die Auswertische „ATP“ und „ATR“ vor.

Die Fernüberwachung von zum Teil unbesetzten Unterstationen demonstriert die AEG mit einem Gleichstrom-Kompensationsverfahren und mit dem Impuls-Fernmeßverfahren.

Aus dem Gebiet der Meßtechnik sei auf die Neuentwicklungen des Magnetprüfers „M 4“, ferner eines „Klein-Epstein-Apparates“, verbesserter Kleinoszillografen, eines 8-Kanal-Meßoszillografen und eines Kontakt-Stroboskopes hingewiesen. Ferner werden u. a. noch Geiger-Müller-Zählrohre, Punkt- und Linienschreiber mit Uhrwerk oder Synchronmotorantrieb, Strom- und Leistungsmesser und Geber verschiedener Art in explosionsicherer Ausführung ausgestellt.

Apparatebau J. H. Reinicke KG

Neben den bekannten hydraulischen Druck-, Durchfluß- und Gemischreglern sowie einem neuentwickelten pneumatischen PID-Regler zum Anschluß an Meßwertwandler ist vor allem der ebenfalls neuentwickelte elektronische Regler mit elektrohydraulischem Stellmotor mit größten Stellkräften zu erwähnen, der überall dort eingesetzt wird, wo große Entfernungen zwischen Meßort, Schalttafel und Stellort zu überbrücken sind.

Askania-Werke AG

Das bekannte Unternehmen hat sich in den letzten Jahren insbesondere der Weiterentwicklung der automatischen stetigen Regelung mit elektrischer Hilfsenergie und der zugehörigen Bauelemente unter besonderer Berücksichtigung der Transmitter-Technik gewidmet. So werden beispielsweise in Weiterentwicklung des von der Hydraulik her bekannten Baukastensystems Regelverstärker sowie Stellmotoren und Stellgetriebe für die verschiedenen Regelaufgaben gemeinsam verwendet. Für die Durchflußmessung und -regelung stehen Transmitter bis zu höchsten Drücken zur Verfügung. Für die Heißdampf-Temperaturregelung und die Temperaturregelung an großen Industrieöfen in Hütten- und Walzwerken liefert Askania nach dem Waageprinzip arbeitende Temperaturtransmitter.

Der Askania-Tastschwingungsschreiber ist seit langem in der Schwingungstechnik ein bewährtes Hilfsmittel. Die verstärkerlose Meßanlage „IDM“ zur Messung von statischen und dynamischen Änderungen mechanischer Größen im Betriebszustand besteht aus einer Brückenmeßschaltung und verschiedenen, den jeweiligen Meßaufgaben entsprechenden induktiven Gebern. Bei statischen Vorgängen werden die Meßwerte am Instrument des Schaltkastens direkt abgelesen, bei dynamischen Vorgängen (bis 3 kHz) mittels Oszillograf oder Niederfrequenzschreiber registriert. Die Anlage arbeitet ohne elektronische Verstärkung.

Atlas Werke AG

Aus dem Fertigungsprogramm der Abteilung „Meß- und Analysetechnik“ zeigt die Firma Massenspektrometer verschiedener Typen, darunter ein neuentwickeltes Spezial-Massenspektrometer für die Präzisionsbestimmung und die Betriebskontrolle von Wasserstoff-Isotopenhäufigkeit.

Beckman Instruments GmbH

Nach den bisher vorliegenden Berichten wird die Beckman Instruments GmbH unter anderem eine neue automatische Mehrstellen-pH-Meßanlage mit pH-Wertregelanlage zur kontinuierlichen Überwachung von Betriebsströmen, einen Industrie-Gas-Chromatographen (kontinuierliche und automatische Überwachung strömender Gas- und Dampfgemische), ein Liston-Becker-Infrarot-Gasanalyse-Gerät für industrielle Überwachungszwecke, Spektrofotometer, Kolorimeter, pH-Meßgeräte, ein Lecksuchgerät, Spinco-Elektrophoresegeräte, Helipot-Präzisions-Drehpotentiometer und vor allem auch elektronische Zähler, Kurzzeitmesser und Analogrechner zur Automatisierung von Produktionsabläufen ausstellen.

Kurt Brandau, Meßautomatik

Die tragbare Dehnungsmeßbrücke „DD 1“ ist für die statische und dynamische Untersuchung mechanischer Vorgänge nach Richtung und Amplitude geeignet. Die universell verwendbare Eingangsschaltung ermöglicht den Anschluß nahezu aller bekannten Aufnehmerarten, insbesondere ganzer Meßstreifenbrücken für Messungen an umlaufenden Teilen. Besonders zu erwähnen ist die Entwicklung der Meßbrücken zu stationären Meß- und Überwachungsanlagen, zur Registrierung und Überwachung von Fertigungsprozessen, die auch unter schwersten äußeren Bedingungen, beispielsweise in Hütten und Walzwerken, einwandfrei arbeiten. Das reichhaltige Lieferprogramm an Aufnehmern für mechanische Weg- und Schwingungsgrößen sowie für die daraus ableitbaren Größen, wie Spannungen, Kräfte, Drücke, Drehmomente usw., in Verbindung mit vielseitigem Zubehör (Meßstellen-Umschalter, Schleifringanordnung, Anzeige- und Registriergeräte usw.) ermöglichen den Aufbau geschlossener Anlagen zur elektrischen Messung mechanischer Größen.

Bran & Lübbe

Die Analysengeräte entsprechen den hohen Ansprüchen fortschrittlicher Industriebetriebe und sind selbsttätig arbeitende Meß- und Regelgeräte, die nach Bedarf mit Registrier-, Fernmelde- und Signaleinrichtungen versehen werden können. Die vollautomatischen lichtelektrischen Analysengeräte zur laufenden Überwachung von Betriebswässern und Lösungen

zeichnen sich durch Meßgenauigkeit, Schnelligkeit in der Auswertung und hohe Anzeigeempfindlichkeit aus.

Brown, Boveri & Cie.

Mit Hilfe eines neuen Sollwerteneinstellers können Sollwerteneinstellungen mit einer Genauigkeit von kleiner als 10^{-6} reproduziert werden. Eine motorangetriebene Spindel verschiebt einen Doppelschleifer auf zwei Widerstandsröhren; die Verstellung von zwei getrennten Sollwerten ist mit einer in vier Stufen einstellbaren Geschwindigkeit möglich. Mit einer Fernsteuerung läßt sich zum Beispiel eine Rückmeldung des eingestellten Sollwertes an einen Anzeigempfänger durchführen.

Ein Transistorregler von *BBC* hat eine Ausgangsspannung von 15 V (Ausgangsleistung 3 W) bei einer Eingangsempfindlichkeit von 100 mV. Die Nachstellzeit ist 2,4...900 ms, die Vorhaltzeit 0...90 ms.

Bei einer störlichtunempfindlichen Infrarotsteuerung werden langsame Energieänderungen, wie sie im allgemeinen vom Störlicht herrühren, nicht registriert. Es ist dabei gleichgültig, ob durch Störlichteinfluß die unmittelbare Umgebung des Strahlers, auf dessen Strahlung das Steuergerät ansprechen soll, hell ausgeleuchtet oder völlig abgedunkelt ist. Die Anwendung wird an einem Demonstrationsmodell mit dem Verhalten einer Walzenstraße dargestellt.

Von anderen Geräten der *BBC* sei noch auf das bewährte Wälzsektor-Schnellregler-System und auf pumpenlose luftgekühlte Klein-Eisenstromrichter mit Steuergittern hingewiesen.

DEGUSSA

Bei der Verwendung von Temperaturfühlern für Aufgaben aus der modernen Regelungstechnik ist meist eine hohe Ansprechgeschwindigkeit ausschlaggebend. Neben Widerstandsthermometern und Thermoelementen für die verschiedensten Verwendungszwecke im Temperaturbereich $-253^{\circ}\text{C} \dots +1800^{\circ}\text{C}$ liefert *DEGUSSA* deshalb Sonderausführungen, deren Ansprechgeschwindigkeit ein Vielfaches der der Normalausführungen ist. Bemerkenswert ist auch ein Temperaturfühler mit einem neuartigen Rohr-Thermoelement-Meßeinsatz für Heißdampfleitungen bis 650°C und 300 atü.

Deutsche Waggon- und Maschinenfabriken GmbH

Zur Prüfung von Materialien und Geräten unter dem Einfluß konstanter oder wechselnder Temperaturen und relativer Luftfeuchtigkeit sind die Klimaschränke bestimmt. Je nach Typ liegen die Einstellmöglichkeiten im Bereich $-60^{\circ}\text{C} \dots +100^{\circ}\text{C}$. Die höchste erreichbare relative Luftfeuchtigkeit ist 95%; die tiefste richtet sich nach der Temperatur und ist etwa 25% bei $+20^{\circ}\text{C}$ und etwa 10% bei Temperaturen über $+40^{\circ}\text{C}$.

DISA Elektronik

Aus dem Fertigungsgebiet der industriellen Elektronik sind besonders die Geräte zum elektronischen Messen mechanischer Größen interessant. Der „Universal Indicator 51 B 00“ ist ein Präzisions-Zweistrahloszillograf zum Messen und fotografischen Registrieren mechanischer und elektrischer Größen. Zur Erleichterung der Auswertung liefert das Gerät Eichspannungen und Eichfrequenzen; Eichimpulse aus dem eingebauten Generator (oder von außen zugeführt) können entweder als Impulse der Meßkurve überlagert oder zur Helligkeitsmodulation des Elektronenstrahls verwendet werden. Als Geber sind statisch eichbare kapazitive Geber für Drücke, Bewegungen und Torsionsschwingungen lieferbar; weitere Geber, z.B. für Beschleunigungsmessungen, sind in der Entwicklung.

Ein elektronischer Dekadenzähler für Frequenzmessungen bis 130 kHz enthält einen quartzgesteuerten 100-kHz-Oszillator. Weiterhin sei noch auf ein kleines Stroboskop und ein berührungslos arbeitendes elektronisches Tachometer für hochtourige Maschinen hingewiesen.

Dreyer, Rosenkranz & Droop AG

Für das pneumatische Einheitsregler- (Transmitter-) System liefert die Firma Meßwertwandler für Drücke zwischen 10 mm WS und 4000 kg/cm², für Differenzdrücke und für Temperaturen von $-50^{\circ}\text{C} \dots +600^{\circ}\text{C}$. Ferner Profil-Anzeigergeräte und Schreibgeräte mit und ohne Radiziereinrichtung sowie mit Einfach- und Zweifach-Registrierung.

Electronic Ges. für Hochfrequenz- und Elektromechanik mbH

Das Spezialgebiet der Firma ist die Fertigung von Präzisions-Kohleschichtwiderständen (1/20...6 W) mit Toleranzen von $\pm 0,1\% \dots \pm 10\%$. Einen besonderen Hinweis verdienen die Sonderausführungen mit besonders niedrigem Rauschfaktor und mit gleichem Temperaturkoeffizienten bei unterschiedlichen Widerstandswerten. Für besondere Beanspruchungen, wie Hochspannungsbelastung in tropischer Atmosphäre, sind Spezialtypen mit in Glasrohr eingegossenen Widerständen höchster Konstanz in Werten bis 100 G Ω lieferbar.

ELMEG Elektro-Mechanik GmbH

Zur statistischen Qualitätskontrolle, zum Abdruck der ermittelten Klassenwerte sowie zur Bestimmung der Klassenhäufigkeit und zur Mittelwertbildung liefert die Firma Registriergeräte. Ein Programm-drucker für Fernübertragung hat einen max. 16stelligen Zahlenspeicher.

Registrierautomaten zur Stückzahlkontrolle sind mit Intervall- und Tagesdruckzähler lieferbar. Elektromagnetische Impulszähler für Ablesung (3...7stellig) mit mechanischer oder elektrischer Nullstellung haben eine Zählgeschwindigkeit bis 50 Imp/s und können mit zusätzlichen Kontakten ausgestattet werden; für Druck arbeiten diese Zähler als Druckzähler mit elektrischer Nullstellung bis zu 25 Imp/s.

Endress & Hauser GmbH vorm. L. Hauser KG

Als Spezialfirma hat diese Firma ihr Fertigungsprogramm auf die Herstellung von Standanzeigern auf elektronischer Basis konzentriert. Der „Nivotester NC“ ist ein kapazitiver Füllstand-Grenzschalter zur Anzeige bestimmter Niveaus von Schüttgütern und Flüssigkeiten in Behältern. Die Geräte sind als einfache Füllstand-Grenzschalter und als Doppel-Grenzschalter lieferbar. Das „Silometer“ ist ein kontinuierlich arbeitender elektronischer Füllstand-Anzeiger für Behälterstände aller Art und für elektrisch leitende und nichtleitende Flüssigkeiten ebenso geeignet wie für Schüttgüter.

Evershed and Vignoles Ltd.

Die Meßwertwandler für elektronische Regler- und Betriebsmeßgeräte arbeiten nach dem Prinzip des Kraftvergleichs mit elektronischem Über-träger, das eine standardisierte Ausrüstung für die vielseitigen Regelungsaufgaben in umfangreichen Industrieanlagen ermöglicht.

Der *Evershed*-Analogrechner dient zur kontinuierlichen Lösung algebraischer Gleichungen, wie sie z. B. in Regelungsanlagen auftreten. Als Eingangsinformation verarbeitet er ein elektrisches Signal, das direkt von dem Ausgang eines Meßwertwandlers oder von gesteuerten Signalquellen abgegriffen und direkt als Variable auf den Eingang des Rechners gegeben werden kann. Ebenso läßt sich die Ausgangsgröße des Analogrechners direkt als Signal für elektromechanische Regelgeräte verwenden.

Der Prozeß-Regler „Mark IV“ arbeitet ausschließlich elektronisch. Proportionale, integrale und differentiale Wirkungen des Reglers werden getrennt erzeugt und sind deshalb frei von gegenseitiger Beeinflussung. Der Behälterstandsmesser zeigt sowohl den oberen Wert als auch Zwischenwerte mit einer Genauigkeit von 2,5 mm an; alle durch Reibung bedingten Eintauchfehler wurden bei diesem Gerät beseitigt.

Feingerätebau Tritschler

Die Lochband-Registriergeräte und Auswerteautomaten werten die auf Lochbändern gespeicherten Meßwerte rein maschinell mit hoher Genauigkeit aus. Der Auswertautomat „U 2“ schreibt aus dem Lochband-Speicherstreifen Tagesbelastungsdiagramme oder aus Summen-Lochbandstreifen Belastungsverlaufsdiagramme über einen anderen Zeitabschnitt. Der Auswertautomat „U 3“ stellt die geometrische Summe zweier rechtwinklig zueinander stehender Größen in Diagrammform dar, und der Auswertautomat „J 2“ zählt die auf dem Registrierstreifen gespeicherten Meßwerte und ordnet sie ihrer Größe nach in 27 Klassen. Aus den Zählwerksangaben lassen sich dann schnell die Häufigkeitsverteilung aller Werte sowie die Intensitätsdauerlinie finden. Der Summierautomat der Bauform „Q“ bildet die Summe von mehreren Registrierstreifen und stellt gleichzeitig einen Summenwert-Registrierstreifen her.

Frieeseke & Hoepfner GmbH

Die Meß- und Regelanlage „FH 46“ hat sich in den vergangenen Jahren in großem Umfang in der Industrie zur berührungslosen Dickenmessung band- und folienförmiger Materialien bewährt. Das Meßprinzip beruht auf der Schwächung der von einem radioaktiven Präparat ausgehenden Strahlung beim Durchdringen des Meßgases in Abhängigkeit vom Flächengewicht. Mit den zur Zeit zur Verfügung stehenden Strahlern lassen sich Flächengewichte von 10 g/m²...23.000 g/m² erfassen, das entspricht Folien von wenigen μ Dicke bis zu 3-mm-Stahlblechen. Die Anzeigeempfindlichkeit läßt sich dem Verwendungszweck anpassen und kann bis auf 1 g/m² je Skalenteil eingestellt werden, was bei Papier einer Dickenänderung von etwa 1 μ entspricht.

Besonders viele Anwendungs- und Kombinationsmöglichkeiten bietet das Strahlungsmeßgerät „FH 49“ mit stabilisierter Hochspannungseinheit (bis 3 kV), an das sich alle „FH“-Strahlungsdetektoren anschließen lassen. Das „FH 49“ ist ein kombiniertes Zähl- und Integriergerät, bei dem der zeitliche Mittelwert der Impulsfolge an einem Instrument mit 15 Meßbereichen angezeigt wird. Zum Zählen der Einzelimpulse dient ein mit 6 Zählröhren E 1 T bestücktes elektronisches Zählwerk. Die Auflösungszeit ist 15 μ s; mit zwei vorschaltbaren Untersetzernstufen, die nur jeden zweiten oder vierten Impuls zum Zählwerk durchlassen, läßt sich die Auflösungszeit auf 3 μ s herabsetzen. Der Steuerteil enthält eine netzunabhängige kombinierte Stopp- und Schaltuhr hoher Präzision. An einem Schalter kann in weiten Bereichen eine bestimmte Impulszahl vorgewählt werden. Ist diese Zahl erreicht, dann wird die Uhr gestoppt und der Meßvorgang automatisch abgebrochen.

Das Strahlungsmeßgerät „FH 90“ ist ein reines Zählgerät. Hochspannungseinheit und Zählwerk mit Untersetzernstufen entsprechen dem „FH 49“, jedoch hat das „FH 90“ keine integrierende Anzeige und keinen Steuerteil. Durch Anschluß des Integrators „FH 901“ kann auch der zeitliche Mittelwert der Impulsfolge angezeigt werden. Ebenso läßt sich das Gerät durch den Steuerteil „FH 902“ ergänzen, so daß stufenweiser Aufbau auf den Stand des „FH 49“ möglich ist. Aus dem weiteren Programm seien noch das Integriergerät (ratemeter) „FH 493“ zur Anzeige des zeitlichen Mittelwertes der Impulsfolge, das „FH 91“ für Unterrichts- und Demonstrationsversuche mit GM-Zählrohren (Hochspannung 800 V mit Koronastabilisator) erwähnt.

Als Überwachungsgeräte für radioaktive Verseuchung in Luft und Wasser liefert *Frieske & Hoepfner* eine automatisch arbeitende Anlage mit dem hochempfindlichen Methandurchflußzähler „FH 51“ als Strahlungsindikator. Die Anlage zur automatischen Aufnahme des Energiespektrums einer Gammastrahlung besteht aus einer Spezial-Bleiabschirmung, einem Präzisions-Szintillationszähler, dem Impulshöhenanalysator, dem Strahlungsmeßgerät „FH 49“ oder „FH 493“ und einem Linienschreiber.

P. Gossen & Co. GmbH

Eine besondere Note haben die neuen „Medalist“-Instrumente mit Flutlichtskala, großem Skalenbogen und modernen, farbigen Gehäusen. Neben dem schon bekannten „Transistor-Tester“ steht jetzt auch ein ähnliches Gerät für die Prüfung von Transistoren mit bis zu 15 W Verlustleistung zur Verfügung. Das Reglerprogramm von *Gossen* enthält neben den bekannten „Pantam“-Relais als Neuentwicklung den „Pantam“-Lichtkontakt, der aus einem Meßgerät mit zwei unabhängig voneinander über den ganzen Skalenbereich verstellbaren Kontaktzeigern besteht und damit eine Ergänzung für die Fälle ist, die eine Istwert-Anzeige verlangen. Für die Werkzeugmaschinen-Industrie ist die Drehmoment-Leistungs-Überwachungsanlage besonders interessant.

Hartmann & Braun AG

Für die Messung, Vermessung und Regelung verfahrenstechnischer Größen sei besonders auf den elektronischen Kompensationsschreiber „Polycomp“ als Zwölffachschreiber und auf den „Linecomp“ als Linienschreiber hingewiesen, deren kleinster Meßbereich 0...5 mV ist. Der Differenzdruck-Nachlaufschreiber erlaubt die zuverlässige Durchflußmessung nach dem Wirkdruckverfahren bereits von 5% des Nenndurchflusses an. Neu ist ferner der Kompensationsanzeiger für die Großanzeige elektrischer oder elektrisch darstellbarer Größen mit 750 mm langer Kreisskala und 320° Zeigerausschlag bei einem kleinsten Meßbereich von 2,5 mV. Unter den Reglern sind der neue raumsparende Regler mit mechanischer Abtastung der Zeigerstellung und der raumsparende Photowiderstandsregler mit photoelektrischer Abtastung der Zeigerstellung beachtenswert. Für die Fertigungstechnik sind noch die Drehzahl-, Schlupf- und Drehmomenten-Meßeinrichtungen sowie die Zeitschreiber zu nennen. Der neue Sauerstoffanalysator „Magnos 2“ ist für kleinere Meßbereiche, z.B. 0...1 Volumenprozent O₂, und für Meßbereiche mit stark unterdrücktem Nullpunkt, z.B. 95...100 Volumenprozent O₂, bestimmt.

Für das Gebiet der Kernstrahlungsmessung und der elektronischen Zählung zeigt die Tochtergesellschaft *Günther & Tegetmeyer GmbH* ihre Kalkatoden-Zähldekaden, 1000polige Drehzahlgeber sowie die von ihr vertriebenen *Berkeley*-Erzeugnisse, wie Großsichtanzeiger, magnetische Zähler, Zählbetragumsetzer, Zählbetragdrucker und andere elektronische Geräte.

F. Hellige & Co. GmbH

Neben dem Direktschrift-Schnellschreiber zum Aufzeichnen von Vorgängen bis zu 120 Hz sind in Verbindung mit der Entwicklung von Gebern und Wandlern zur Umformung physikalischer Meßgrößen in proportionale elektrische Werte, vor allem für dynamische Vorgänge, die „Helcoscriptor“-Geräte bemerkenswert. Das Modell „He-1b“ zeichnet einen Vorgang, das Modell „He-4“ vier simultane Vorgänge auf. Die robusten Vierpol-Drehmagnet-Meßwerke werden über eingebaute Endverstärker angesteuert, deren Eingangsempfindlichkeit so festgelegt ist, daß sie ohne weitere Zwischenverstärker mit den Ausgängen von Trägerfrequenz-Meßbrücken der bekannten Hersteller für Geber und Wandler zusammengeschaltet werden können.

Herfurth GmbH

Das „Statometer (System Dr. Haase) hat sich bei Fabrikationsbetrieben, die mit Schwierigkeiten infolge statischer Aufladung zu kämpfen haben, bestens bewährt. Es dient zur Ortung und Messung dieser Aufladungen und mißt Feldstärken bis zu 50 kV/cm in 5 Meßbereichen. Das Meßprinzip beruht auf der Ionisierung der Luft durch eine radioaktive Ionenfolie. Auf dem Anzeigegerät lassen sich positive und negative Spannungen ablesen. Das batteriebetriebene Handgerät wiegt nur etwa 2 kg. Bei der stationären Ausführung mit Netzbetrieb ist Anschluß eines Schreibers möglich.

Das Strahlenmeßgerät „H 1322“ mit Einknopfbedienung umfaßt auf einer durchgehenden logarithmischen Skala den Meßbereich 2 mr/h ... 50 r/h. Die Stromversorgung des wasserdichten und stoßsicheren Gerätes (Länge 125 mm, Breite 75 mm, Höhe 35 mm) erfolgt aus Kleinakkumulatoren, die eine Betriebsdauer von 16 Stunden ergeben. Speziell für den Einbau in Fahrzeuge ist ein zweiteiliges Gerät mit gleichen Eigenschaften bestimmt, bei dem Anzeigegerät und Zählrohreinheit getrennt sind, so daß das übersichtliche Anzeigegerät in das Armaturenbrett eingebaut werden kann, während die Zählrohreinheit an einer beliebigen Außenstelle unterzubringen ist. Dieses Gerät ist auch für den stationären Einbau in Luftschutzbunkern geeignet.

Honeywell GmbH

Die Elementbauweise der *Honeywell* „ElectroniK“-Geräte läßt nahezu unbeschränkte Variationsmöglichkeiten zu und erleichtert die Erweiterung bestehender Anlagen sowie das Umstellen der Geräte auf andere Arbeitsbedingungen. Pneumatische, elektrische oder elektronische Regelsätze lassen sich in jedes Standard-Regelgerät einbauen. Der Streifenblattschreiber, Serie „153 P“, mit pneumatischem Regelsatz ist für

Anlagen bestimmt, bei denen über lange Zeiträume Aufzeichnungen mit höchster Genauigkeit verlangt werden. Zur Bewältigung auch der schwierigsten Regelprobleme enthalten sie einen Air-0-Line-Regelsatz mit Bandweiten bis zu 150% und automatischer Rückführung. Der Funktions-schreiber, eine Sonderausführung dieses Gerätes, zeichnet im Gegensatz zum Grundgerät, das nur eine Veränderliche in Abhängigkeit von der Zeit registriert, die Abhängigkeit zweier veränderlicher Größen als Kurve auf. Das gleichzeitige Aufzeichnen von zwei Funktionen ist ebenfalls möglich. Die Streifenblattschreiber sind mit eingebauten elektronischen, pneumatischen oder elektrischen Regelsätzen lieferbar und ermöglichen alle heute verwendeten Regelarten, zum Beispiel Auf-Zu-Regelung, I-, P-, PI- und PID-Regelung.

Der Kreisblattschreiber ist im mechanischen Aufbau einfach gehalten, arbeitet aber in technischer Hinsicht mit gleicher Präzision wie der Streifenblattschreiber. Zur Aufzeichnung dient ein kreisförmiges Diagrammblatt. Der Meßwert wird gleichzeitig durch Zeigerausschlag auf der Ableseskala (Länge 728 mm) mit leicht lesbaren Ziffern angezeigt und auf dem Diagrammblatt registriert. Die drei Grundmodelle sind für Vollausschlagsgeschwindigkeiten von 30, 15 und 5 1/2 s lieferbar.

Der Tellerskalenanzeiger ähnelt im äußeren Aufbau dem Kreisblattschreiber, jedoch steht der Istwert-Zeiger fest, das heißt, die Skala rotiert. Der Vorteil liegt in der Einfachheit der optischen Ablesung, die stets in der „12-Uhr-Stellung“ erfolgt. Der Sollwert-Zeiger rotiert mit der Teller-skala und läßt sich leicht auf den gewünschten Wert einstellen.

Der Trommelskalenanzeiger mit senkrechter Skala ist eine besonders raumsparende Konstruktion, die trotzdem schnelle, exakte Anzeige und genaue Ablesbarkeit gewährleistet. Für schnellste und genaueste Messungen ist der „ElectroniK“-Präzisionsanzeiger bestimmt, der mit Druckknöpfen ausgestattet ist und sich zur Abtastung von bis zu 48 Meßstellen verwenden läßt.

Als Regelsätze stehen drei verschiedene Regler zur Verfügung. Der „Air-0-Line“-Regelsatz ist ein pneumatischer PI-Regler mit automatischer Rückführung und auf Wunsch auch mit D-Glied lieferbar. Der „Electr-0-Line“-Regelsatz ist ein elektronischer PI-Regler mit automatischer Rückführung und Überschwingsdämpfung, während der „Electr-0-Pulse“-Regelsatz ebenfalls ein elektronischer Regler mit zeitproportionaler Regelwirkung und automatischer Rückführung ist. Für die stufenlose Regelung elektrisch beheizter Öfen ist der neuentwickelte „Electr-0-Volt“-Regelsatz bestimmt. Alle Regelsätze haben Einstellungen für Differential und Rückführung, so daß es ohne Schwierigkeit möglich ist, das Gerät dem jeweiligen Arbeitsprozeß anzupassen. Ebenso gestatten die Regelsätze die Umschaltung auf Handbetrieb, so daß Wartungsarbeiten am Elektronikgerät vorgenommen werden können, ohne den Fertigungsprozeß zu unterbrechen.

Die Auslegung des Meßkreises ist jeweils speziell auf die zu messende Größe abgestimmt. Für Thermoelemente, Strahlungspyrometer und alle Gleichspannung liefernden Fühlelemente bedient man sich eines Abgleich-Potentiometers in Kompensationsschaltung. Für alle auf Widerstandsänderung beruhenden Messungen wird die Wheatstone-Brücke, für andere Fühlelemente eine Wechselstrombrücke, eine Kelvin-Brücke oder ein spezieller Meßkreis angewendet. Die Eingangsimpedanz läßt sich den verschiedensten Spannungsquellen anpassen, so daß Messungen mit niederohmigen Thermoelementen ebenso möglich sind wie Messungen mit hochohmigen (> 50 kΩ) Transducer-Geräten.

Das „ElectroniK“-Selbstabgleichssystem arbeitet ohne Galvanometer. Abgleichmotor und mechanische Teile bewegen sich nur bei Veränderung der Meßgröße, so daß die Materialabnutzung auf ein Minimum herabgesetzt ist.

Aus dem weiteren umfangreichen Programm von Bauelementen zum Aufbau automatischer Steuerungen und Regelungen seien noch die Membran-Regelventile sowie die große Reihe der Industrie-Microschalter als Endschalter, 2-Stromkreis-Handschalter, spritzwassergeschützte Schalter, gekapselte Basisschalter, gekapselte Rückstellschalter, Fußschalter und das zahlreiche Zubehör erwähnt.

Hottinger Meßtechnik GmbH

Der Trägerfrequenz-Meßverstärker „KWS II“ für statische und dynamische Messungen arbeitet sowohl mit Dehnungsmessstreifen in beliebiger Schaltung als auch mit induktiven Aufnehmern als Meßwertwandler. Bei Verwendung eines Modulators lassen sich auch aktive Geber, z.B. Tauchspulgeber oder Thermoelemente verwenden. Das reichhaltige Dehnungsmessstreifen-Programm (Lizenz *Baldwin-Lima-Hamilton Corp.*) ist durch einen neuen Typ ergänzt. Während die bisher gelieferten Phenolharz-Dehnungsmessstreifen nach wie vor für besonders hohe Präzision oder bei höheren Temperaturen Verwendung finden, ist der neue Typ „Intra-DMS“ erheblich preisgünstiger. Er ist auf der Basis von sehr harten Polymerisaten aufgebaut, alterungsbeständig und nicht im geringsten hygroskopisch. Gleichfalls in Lizenz der *Baldwin-Lima-Hamilton Corp.* werden Lastzellen und Drehmomentmeßwellen gefertigt; beide arbeiten mit Dehnungsmessstreifen.

Ingenieurbureau W. Güttinger

Ein handliches Analog-Rechenggerät ist das Modell „AR-2“, das sowohl einzeln als Kleingerät oder zu mehreren zusammengeschaltet als mittelgroßes Rechengerät verwendet werden kann. Es eignet sich für die Simulation von Regel- und Einschwingvorgängen, zur Lösung linearer Differentialgleichungen mit konstanten Koeffizienten, zur Näherungslösung von partiellen Differentialgleichungen sowie für Randwertprobleme, zum Studium von Übertragungsfunktionen und zur Simulation nichtlinearer Vorgänge in Regelsystemen. Zum Einsparen von Verstärkern ist als Zusatzgerät eine Kombination von linearen Elementen lieferbar sowie



ob hier - oder da ...

Automatik macht frei!

Wir entwickeln im Rahmen unseres elektrotechnischen Fabrikationsprogramms Meß-, Regel- und Steuereinrichtungen für Unternehmen der Energieerzeugung und der Industrie, um deren Produktion zu steigern, automatisieren aber auch die Geräte des täglichen Gebrauchs, um den Menschen mehr Freizeit zu schenken.

BBC BROWN, BOVERI & CIE. AG., MANNHEIM

Auf der INTERKAMA: Halle A 4, Stand Nr. 15

eine Kombination von nichtlinearen Elementen zur Simulation von Relais, Totzeiten, Reibung, Sättigungserscheinungen im Regelsystem. Das Digital-Analog-Rechengerät „DAR-1“ zur statistischen Auswertung von Meßresultaten enthält eine Eingabeeinheit mit Tastatur, ein Klassensummierwerk mit beliebig einstellbaren Klassengrenzen, ein Summierwerk für spezielle Meß-Merkmale sowie eine Anzeige für Mittelwert, Streuung und Variationskoeffizient.

W. H. Joens & Co.

Als Neuheiten wurden angekündigt: ein raumsparender, preisgünstiger elektronischer Zweipunktregler (auch für stetige Regelung verwendbar), Regler mit vier Schaltstufen, Punktschreiber mit Schreibstreifenablauf, quadratische Großanzeiger, Dioden-Konstantspannungsquelle, Meßumschalter, Netzanschlußgeräte und Meßverstärker für eigensichere Stromkreise. Im Ausstellungsstand werden außerdem die schon bekannten Geräte gezeigt, und zwar unter anderem: Anzeiger, Punktschreiber mit Schreibbreiten von 80, 100, 120 und 250 mm für 1...12 Meßstellen, Linien-schreiber mit Drehspul- und Nachlaufmeßwerk, Fallbügelregler, Zweipunktregler, selbsttätige Kompensatoren als Meßverstärker und Konstantstromquellen, Fernmeßanlagen, Stellmotoren, Thermostate, Thermoelemente, Widerstandsthermometer und Widerstandsferngeber.

George Kent Ltd.

Aus der Reihe der neuen Serie von „Commander“-Instrumenten sei besonders auf das elektronische „KE“-Instrument hingewiesen, das als Temperaturschreiber mit Kreisblatt-Registrierung in Verbindung mit einem Strahlungs-pyrometer oder als kombinierter elektropneumatischer Temperaturschreiber und -regler lieferbar ist. Das Anzeigesystem arbeitet nach dem Prinzip der selbstabgleichenden Brücke, bei der das gemessene Potential mit einer Referenzspannung verglichen wird. Die resultierende Fehlerspannung wird in einem Verstärker mit Synchron-Converter im Eingang verstärkt und die Ausgangsspannung dem Servomotor zugeführt. Die Geräte sind mit einer Auslenkgeschwindigkeit von 2 oder 15 s für vollen Skalen Ausschlag lieferbar. Der Meßbereich ist 2 mV...2 V_~. Überschwinger bei Annäherung an den Abgleichpunkt wird durch eine Rückführung von einem Wechselstrom-Tachogenerator als Bestandteil des Servomotors verhindert.

Kieler Howaldtswerke AG

Die Mitfluß-Meßanlage „T 11/3“, für die Untersuchung allgemeiner Übertragungsstörungen auf Fernseh-Übertragungssystemen geeignet, ist im besonderen aber für die Messung des relativen Mitflußfaktors bestimmt. Nach Vorschlägen des CCIF und nach bisherigen Erfahrungen wird ein Mitfluß bei einer größeren Verzögerungszeit und einer relativen Amplitude >1% des Hauptzeichens (entsprechend -40 dB oder -4,6 N) als kaum wahrnehmbar und daher als zulässig angesehen. Diese obere Grenze gilt für eine 1000 km lange Übertragungsstrecke. Für kürzere Strecken sind daher entsprechend kleinere Werte zu fordern, und es ergibt sich daraus die Notwendigkeit, auch kleinere Übertragungsabschnitte, z.B. einen Verstärker oder ein Funkfeld, hinsichtlich ihrer Mitflußanteile zu untersuchen. Direkte Mitflußuntersuchungen an einem übertragenen Testbild liefern im allgemeinen erst verwertbare Ergebnisse bei einem relativen Mitfluß $\geq 1\%$. Die Mitflußkomponente ist deshalb bisher aus Echo- oder Rückflußmessungen errechnet worden. Mit der Mitfluß-Meßanlage „T 11/3“ lassen sich dagegen alle auf der Empfangsseite auftretenden Mitflußanteile <0,1% auch über beliebig viele Verstärker- oder Funkfelder hinweg nachweisen und nach relativer Größe, positiver oder negativer Polarität, Zeitdifferenzen zwischen Haupt- und Störsignal und ihrer Zeitkonstante objektiv ausmessen. Die Anlage arbeitet nach dem Impulsprinzip, so daß sich auch betriebsmäßige Einschwingvorgänge miterfassen lassen. Die Verwendung eines kurzen Meßimpulses statt einer Sprungspannung von endlicher Dauer bietet den Vorteil der größeren zeitlichen Auflösung hinsichtlich der periodischen Mitflußanteile. Meßimpulse gestatten ferner die Modulation eines beliebigen Trägers, um zum Beispiel Mitflußuntersuchungen unter Betriebsverhältnissen an Fernseh-Ortskabelleitungen ausführen zu können. Der Geber „T 11/31“ liefert Meßimpulse einschließlich Synchronisierzeichen mit Zeilenfrequenz 15625 Hz. Der Empfänger „T 11/32“ enthält einen empfindlichen, übersteuerungssicheren Verstärker (Eingangsspannung: 1,5 V_{SS} an 75 Ω oder 3 V_{SS} an 150 Ω ; Ausgangsspannung: min. 3 V_{SS} an 150 Ω) für die Verstärkung der Mitflußsignale. Weiterhin ist ein Synchron-Verstärker vorhanden, der am Ausgang wahlweise positive oder negative Synchronisierzeichen (min. 3 V an 150 Ω) zu entnehmen gestattet.

Der Impuls-Echomesser „T 05/6-55“ dient zur Güteprüfung von Breitband-Koaxialkabeln und ermöglicht es, kleinste Schwankungen des Wellenwiderstandes definiert zu messen und genau zu ordnen. Weiterhin ist es möglich, den äquivalenten Rückfluß zu messen und bei Verwendung der Kabelnachbildungen den Wellenwiderstand Z_{∞} exakt zu bestimmen. Der Impulserzeuger liefert in je einer Impuls-Brücke zwei Meßimpulse: einen Gleichstromimpuls von etwa Dreieckform mit 0,06 μ s Impulsdauer und einen Wechselstromimpuls von Sinusform mit 0,05 μ s Impulsdauer. Die Impulsamplitude ist etwa 100 V_{SS} an 75 Ω , die Impulsfrequenz 1,05 kHz $\pm 1\%$. Der 9stufige Impulsverstärker mit zwei Kanälen hat im Frequenzbereich 100 kHz...30 MHz 10 N Verstärkung. Die Anzeigeempfindlichkeit für das Echobild auf der 16-cm-Zweistrahleröhre DGM 16-14 ist mindestens 2 mm Anzeigehöhe bei 8,2 N Dämpfung des Sendepiegels von 0 Neper (0,775 Veff) bei 10 MHz. Zeitmarken werden im Abstand von 1 μ s mit $\pm 0,1\%$ Genauigkeit unter Hervorhebung jeder zehnten Zeitmarke geschrieben. Die Genauigkeit der Fehlerortbestimmung ist etwa 0,5...2 m, die Genauigkeit der Z-Messung etwa 1% bei Verwendung der Kabelnachbildungen „T 05/64“ und „T 05/65“.

Zum Orten von Fehlern in Kabeln und Freileitungen sind die Fehlerort-Bestimmungsgeräte bestimmt. Das Gerät „T 01“ ortet Fehler in Kabeln und Freileitungen bis zu Längen von 15 bzw. 30 km, das Gerät „T 09/3“ Fehler an Freileitungen bis zu 450 km Länge und die Geräte „T 09/91“ oder „T 09/2“ Fehler in Hochspannungs-Freileitungen bis zu Längen von 160 bzw. 800 km.

Kienzle Apparate GmbH

Der elektrische Zeitschreiber „Recorder“ zeichnet je nach Schaltung und Typ Stillstand, Leerlauf und Lastlauf (bis zu 4 Werten gleichzeitig) von Produktionsmaschinen auf eine Diagrammscheibe auf. Der Mengenschreiber „Autograf“ wird über einen Kontaktgeber an umlaufende oder hin- und hergehende Maschinenteile angeschlossen und gestattet das Ablesen von Laufzeit, hergestellter Menge und Stillstandzeit.

Kipp & Zonen

Das registrierende Mikrovoltmeter „Mikrograph“ ist ein neuer Direkt-schreiber, der sich durch hohe Empfindlichkeit, schnelle Anzeige bei großer Nullpunkt Konstanz und Linearität auszeichnet. Eine Spannung von 50 μ V gibt innerhalb 1 Sekunde einen Ausschlag von 25 cm. Das Mollsche registrierende Mikrophotometer zum Durchmessen von fotografischen Spektren löst feinste Einzelheiten des Spektrums auf und stellt Aufnahmen höchster Genauigkeit in einigen Minuten her.

Die Empfindlichkeit der verschiedenen Typen von stoßfesten und sehr schnell schwingenden Galvanometern reicht bis zu $3 \cdot 10^{-11}$ A/mm bzw. $6 \cdot 10^{-8}$ V/mm für 1 m Skalenabstand. Das photoelektrische Kolorimeter nach Engel ist mit 12 Spektralfiltern für das ganze sichtbare Spektrum ausgerüstet und gestattet Direktablesung von Transmission und Extinktion auf der 20 cm langen Galvanometerskala.

H. Kleinknecht & Co. GmbH

Der elektronisch gesteuerte Spannungs- und Frequenzregler (Ausgangsleistung 8 kVA) regelt die Spannung auf $\pm 0,5\%$ und die Frequenz auf $\pm 1\%$ mit einer Regelgeschwindigkeit von besser als 0,1 s aus. Ein elektronisch gesteuerter Ward-Leonardantrieb für 6 PS arbeitet mit Programmsteuerung. Der elektronisch gesteuerte „Minitron“-Kleinantrieb für 1,5 PS regelt automatisch die Drehzahl in Abhängigkeit von der Temperatur.

Arthur Klemt

Die Widerstands-Toleranzmeßbrücken des Typs „RM 50“ arbeiten nach der Nullmethode mit automatischem Brückenabgleich, ebenso die Kapazitäts-Toleranzmeßbrücken der Serie „KM 800“. Zum automatischen Sortieren von Widerständen, Kondensatoren, Spulen usw. liefert die Firma das automatische Klemmrad „K 12“. Besonders erwähnenswert ist der Sortierautomat Typ „H“ zum Sortieren von Kohlewiderstandsringen für Potentiometer. Die automatische Sortierung erfolgt nach der Toleranz des Gesamtwiderstandes und wahlweise nach der Toleranz des Widerstandes bei einer, zwei oder drei Anzapfungen. Die Sortierautomaten für Kondensatoren sortieren nach Prüfspannung, nach mehreren Kapazitätstoleranzen oder -gruppen und nach dem Verlustfaktor.

Dipl.-Ing. U. Knick

Das Typenprogramm der universell verwendbaren Präzisions-Gleichstrom-Meßverstärker hoher Nullpunkt Konstanz ist durch einen neuen Verstärker erweitert worden. Der „Zweikanal-Zerhackerverstärker“ ist die Kombination eines elektronisch modulierten mit einem langsam laufenden Zerhacker-Verstärker. Er ermöglicht nullpunktconstante pH-Messungen auch bei Verwendung höchsthoher Spezial-Glaselektroden bis etwa 2000 M Ω und erreicht Verstärkungsgenauigkeiten bis zu 0,01%. Die neuen Typen der elektrochemischen Meßgeräte, die Meßgenauigkeiten von 0,02 pH bei Verwendung handelsüblicher Elektroden bis 500 M Ω ergeben, sind ebenso wie die Labor-pH-Meter der neuen Ausführung mit geeichtem Einstellpotentiometer für die Glaselektrodensteilheit mit diesem Verstärker ausgerüstet.

Die empfindlichsten Typen der Teraohmmeter und Pikoamperemeter erlauben jetzt die Messung von Widerständen bis $1 \cdot 10^{16}$ Ω (mit 100 V) und von Strömen bis $1 \cdot 10^{-14}$ A/Skt.

R. Kühl, elektronische Meßgeräte

Kühl zeigt aus der Fertigung der Firma Brüel & Kjaer, Kopenhagen, Meßgeräte für alle industriellen Gebiete (z.B. für die Elektrotechnik, Elektrochemie, Akustik, Werkstoffprüfung, Strahlungsphysik, Schwingungsforschung). An Einzelheiten des Ausstellungsprogramms seien genannt: Schwebungssumme, Pegelschreiber, Frequenzanalysiergeräte, Röhrenvoltmeter für Gleich- und Wechselspannung, komplette Meßgestelle für automatische elektroakustische Messungen, Frequenz- und Verzerrungsmeßbrücken, Toleranzmeßbrücken, Prüfeinrichtungen für Hörgeräte, Körperschallmeßgeräte, Geräte zur Messung von Radioaktivität, Rauigkeitsmesser.

Laboratorium Prof. Dr. Berthold

Die Firma zeigt Geräte zur kontinuierlichen Dickenmessung von Folien mit Hilfe radioaktiver Strahlen, Füllstand-, Meß- und Regelgeräte, radioaktiv gesteuerte Grenzschnitter, Dosisleistungsmesser für Strahlen-nachweis und Strahlenschutz sowie hochempfindliche Strahlenspi-geräte (Scintillometer).

Landis & Gyr AG und Paul Firschow Nachf.

Auf einem Gemeinschaftsstand zeigen die Firmen als Anwendungen kernphysikalischer Meßtechnik unter anderem eine berührungslose Niveaumessung. Für das Gebiet des Strahlungsschutzes stehen Luft- und Trinkwasser-Überwachungsanlagen, Luftwarngeräte, Dosimeter und Suchgeräte neben Impulsuntersetzern, Impulsfrequenzmetern und verschiedenen Zählrohrtypen im Vordergrund.

Dr. B. Lange

Neben Beleuchtungsmessern, Reflexionsmessern, Glanzmessern, Schwärzungs- und Transparenzmessern sowie Kolorimetern, Farbmeßgeräten, Flammenphotometern und Spektralphotometern sind neue Silizium-Photoelemente besonders bemerkenswert, die etwa die zehnfache Leistung der bisherigen Selen-Photoelemente haben und bereits eine nutzbare Verwertung der Sonnenenergie ermöglichen. Zur Gruppe der Schaltgeräte gehören photoelektrische Zählgeräte, Lichtschranken für Einbruchschutz, Rauchmelder, Dämmerungsschalter und Spezialgeräte zur Steuerung nach aufgedruckten Marken. Neue vereinfachte Schaltgeräte zeichnen sich durch besonders günstigen Preis aus und erschließen damit diesen Geräten neue Anwendungsbereiche. Daneben gehört unter anderem noch zum Fabrikationsprogramm das „Multiflex“-Galvanometer mit photoelektrischem Nachlaufschreiber, der die Meßwerte kleinster Ströme bis zu 10^{-10} A direkt sichtbar aufzeichnet.

Dr. Lehfeldt & Co. GmbH

Neben dem bekannten Modell des Ultraschall-Prüfgerätes „Echoskop“, das für alle Prüfaufgaben universell geeignet ist, ist ein vereinfachtes Ultraschallprüfgerät lieferbar, das bei fast gleicher Vielseitigkeit und gleicher Empfindlichkeit wesentlich preisgünstiger ist. Das neue Gerät arbeitet nur noch auf einen Wunsch des Kunden festgelegten Frequenz und bietet die Möglichkeit, das Gerät für verschiedene Stoffe, das heißt für verschiedene Schallgeschwindigkeiten, einzueichen. Zahlreiche Zubehöreinrichtungen, z.B. „Echomat“ zur automatischen Fehlerkontrolle, Bandstärkemeßzusatz, fotografisches Registriergerät und eine große Anzahl austauschbarer Schallköpfe machen die Geräte universell verwendbar.

H. Maihak AG

Einen Zentralkontrollschreiber „MSS 1“ zur Überwachung und Registrierung von 50 Kontrollstellen führt *Maihak* auf der Interkama vor. Dieser Kontrollschreiber hat 50 kombinierte Schreib- und Schaltrelais sowie ein Relais für die Zeitmarkierung. Die Registrierung erfolgt mit

Schreibstiften auf einem 290 mm breiten Wachspapierstreifen. Die Papiergeschwindigkeit ist in vier Stufen einstellbar (minimale Taktzeit 0,1 s), so daß die Aufzeichnung der kontrollierten Vorgänge leicht den jeweiligen Verhältnissen anzupassen ist. Jedes Relais ist zusätzlich mit zwei Schreibkontakten ausgerüstet; außer der laufenden Registrierung können dadurch auch besondere Steuer- und Schaltorgane betätigt werden. Der Anschluß des Kontrollschreibers an die zu überwachenden Maschinen oder Kontrollstellen erfolgt über beliebige Leitungen und einfache, kleine Kontaktgeber, die durch den Arbeitsvorgang betätigt werden und den Ablauf des Arbeitsvorganges selbst in keiner Weise behindern. Bei nicht kontinuierlichen Produktionsprozessen schaltet sich automatisch das Gerät nur bei Ansprechen eines Kontaktgebers ein.

Metallurgische und Elektro-Chemische Instrumente (M.E.C.I.)

Der „Speedomax“-Kompensationsschreiber enthält einen Verstärker, der jede Abweichung des Eingangssignals vom Gleichgewichtszustand aufnimmt und die Differenzspannung über einen Synchron-Wechselrichter in Wechselspannung umwandelt, die nach Verstärkung die Erregerwicklung des zweiphasigen Abgleichmotors speist. Ein Netzwerk aus Widerständen und Kondensatoren dient unter anderem zur Dämpfung, so daß der Schreiber ohne Überspringen genau auf den Meßwert einspielt. Ausgehend von diesem Kompensationsschreiber wurde eine ganze Reihe weitere Meßgeräte entwickelt. Durch Hinzufügen eines zweiten Kompensationssystems entstand der X-Y-Schreiber, der es erlaubt, zwei voneinander abhängige Variable, z.B. Dehnung gegen Druck oder Röhrenkennlinien, direkt aufzuzeichnen. Der Schreiber ist normalerweise für den Meßbereich 0...10 mV für beide Achsen lieferbar, jedoch können auf Wunsch auch für beide Achsen unterschiedliche Meßbereiche eingebaut werden.

Den schon lange geäußerten Wunsch der Forschung nach einem Kompensationsschreiber mit veränderbaren Meßbereichen erfüllt ein neuer „Speedomax“-Schreiber mit einstellbarem Nullwert und einstellbarem Meßbereich. Die Einstellungen erfolgen durch Drehskalen, und zwar unabhängig für Nullpunkt und Meßbereich; die Einstellung kann auch während der Messung erfolgen, ohne den Meßstrom zu verändern. Im Eingangskreis liegt ein dreistufiges Filter, das die Einwirkung von in den Meßleitungen induzierten Wechselspannungen ausschaltet und außerdem den Schreiber auf aperiodische Dämpfung einstellt.

Die Mikrovolt- und Mikro-Mikroampereverstärker enthalten einen stabilisierten Gleichstromverstärker mit eingebautem Anzeigergerät. Die Meßbereiche sind 0...50 μ V bis 0...2000 μ V in sechs Bereichen bzw. $0...1 \cdot 10^{-9}$ A bis $0...2 \cdot 10^{-6}$ A in elf Bereichen. Die Meßgenauigkeit ist $\pm 0,4\%$ bzw. $\pm 0,8\%$ des abgelesenen Wertes, die Auswanderung des Nullpunktes max. 0,5 μ V bzw. $\pm 2\%$ des Skalenendwertes.



TELEFUNKEN

Röhren und Halbleiter sind zuverlässig und von hoher Präzision. Sie vereinen in sich alle technischen Vorzüge, die TELEFUNKEN in einer mehr als 50jährigen, steten Fortentwicklung erarbeitet hat.

Röhren für industriellen Einsatz
mit großer Steilheit

E 180 F

Steilheit	16,5 mA/V
Verlustleistung	3 W

E 88 CC

Steilheit	12,5 mA/V
Verlustleistung	1,5 W

Diese Röhren zeichnen sich aus durch Zuverlässigkeit, lange Lebensdauer, enge Toleranzen, Stoß- und Vibrationsfestigkeit.



Das neue Universal-Potentiometer „K 3“ gestattet, präzise Spannungsmessungen besonders leicht und schnell durchzuführen. Die Skala zeigt direkt den Spannungswert an. Das gegen Feuchtigkeit, statische Ladungen und Streuungen jeder Art geschützte Instrument hat die Meßbereiche 0...1,611, 0...0,1611 und 0...0,01611 V; die Fehlergrenze liegt bei $\pm 0,01\%$, der innere Widerstand ist 180...110 Ohm.

Metzenauer & Jung

Die Firma hat auch in diesem Jahr ihr umfangreiches Programm an automatischen Schaltgeräten um eine Reihe moderner Geräte erweitert. Neben dem Programm an „Fanal“-Luftschrützen, „Fanal“-Druckknöpfen und „Fanal“-Endschaltern sei vor allem auf das „Fanal“-Programmschaltwerk hingewiesen, das nach dem Baukastensystem konstruiert ist und sich zur vollautomatischen Abwicklung ganzer Arbeitsprozesse besonders eignet. Der Antrieb des Programmschaltwerkes erfolgt durch einen Synchronmotor. Durch Einbau anderer Getriebe sind beliebige Taktzeiten einstellbar. Eine neuartige Zeiträffereinrichtung sorgt für absolut zuverlässige Schaltbewegungen. Sie bewirkt, daß in den Zeitebschnitten, in denen keine Betätigung von Kontakten erfolgt, die Nockenscheibenwelle jeweils nur um eine kleine Wegstrecke weitergedreht wird, während zum Betätigen der Kontakte jeweils ein großer Drehwinkel benutzt wird. Als Gesamtdauer einer Programmfolge können Zeiten bis zu 90 Minuten gewählt werden.

Montan-Forschung

Das sogenannte „Wettermodell“ ist eine Analogie-Rechenanlage für Verbundnetze, die es ermöglicht, auch außerordentlich ausgedehnte und stark vermaschte Strömungs-Verbundnetze zu bearbeiten. Die einzelnen Leistungsabschnitte werden bei dieser Anlage durch Widerstandseinheiten dargestellt, die auf die jeweilige Arbeitskennlinie des Strömungsweges eingestellt werden können. Ohne besondere Schaltmaßnahmen lassen sich so die Strömungswiderstände in einem Bereich von 1 : 10000 darstellen. Die Berechnung vermaschter Strömungsnetze auf der Analogie-Rechenanlage setzt voraus, daß jeder Leistungsabschnitt des wirklichen Strömungsnetzes durch eine Widerstandseinheit dargestellt wird. In einem Rechenschrank, der gleichzeitig mehrere geregelte Spannungsquellen enthält, die die Rolle der Lüfter, Pumpen oder Kompressoren übernehmen, sind jeweils 50 Widerstandszellen zusammengefaßt. Von diesem Rechenschrank aus sind die Anschlüsse für Eingang und Ausgang der Widerstandszellen sowie der Spannungsquellen an einen benachbarten Schrank geführt, der die Schalteinheiten zur Herstellung des Modell-Verbundnetzes enthält. Die gesamte Analogie-Rechenanlage ist bausteinartig zusammensetzbar und deshalb unbegrenzt ausbaufähig. Sie benötigt als elektromechanisch arbeitender Rechner für eine Lösung etwa 3...4 min und arbeitet mit Gleichstrom, um die Strömungsrichtung oder eine Umkehr derselben sofort beobachten zu können.

Norma, Fabrik elektrischer Meßgeräte GmbH

Das Ausstellungsprogramm umfaßt u.a. Präzisionsmeßgeräte aller Genauigkeitsklassen, Normalinstrumente und Kompensationsgeräte für Laboratorien sowie Schalttafelgeräte und Registrierinstrumente für Industriewerke und Versorgungsanlagen der Elektrizitätswirtschaft. Transportable Präzisionsmeßgeräte und Vielfachmeßgeräte stehen für den Service- und Reparaturdienst zur Verfügung.

In dem vielseitigen Schreiberprogramm der Firma stellt der Kleinschreiber eine der letzten Entwicklungen dar; er ist für Schalttafeleinbau in der Größe der genormten Schalttafelmeßgeräte (144 x 144 mm) für die gleichen Aufzeichnungen von Meßgrößen wie die Normalausführung vorgesehen. Ebenso gibt es tragbare Schreiberausführungen mit elektronischem Gleichspannungsverstärker, die die Messung kleinster Spannungen bei hohen Eingangswiderständen gestatten.

Bei den Präzisionsmeßgeräten sei besonders auch ein Präzisions-Vielfachmeßgerät mit elektrodynamischem Meßwerk hervorgehoben; es ist für Wechselstrommessungen mit acht Spannungsmessbereichen (5 V...1000 V) und 11 Strommeßbereichen (5 mA...10 A) geeignet. Für Gleichstrom werden gleichwertige Vielfachmeßgeräte mit Drehschleifenwerk angeboten.

Kompensationsmeßtische mit Wheatstone- und Thomsonbrücke, Lichtmarken-Galvanometer, Fluxmeter und vielerlei tragbare Handinstrumente hoher Klassengenauigkeit, Röhrenvoltmeter, Windungsschlußzeiger, Gigaohmmeter, Tonfrequenz-Mikroamperemeter und Tonfrequenz-Röhrenvoltmeter sind einige weitere Einzelheiten aus dem Fabrikationskatalog. Eine neue Entwicklung bei den elektronischen Präzisionsmeßgeräten ist z.B. eine Wheatstone-Brücke, die einen eingebauten elektronischen Nullindikator hat (Meßbereiche: bis 1 MOhm $\pm 0,03\%$, bis 10 MOhm $\pm 0,05\%$, bis 1000 MOhm $\pm 0,2\%$). Das Meßergebnis ist ohne jede Umrechnung mit richtigem Stellenwert auf fünf Dekadenwiderstandssätzen ablesbar.

Novotechnik GmbH

Das bekannte Programm an Feindraht-Meßpotentiometern mit linearer und nichtlinearer Kennlinie, an hochempfindlichen polarisierten Relais und an Spezial-Stellmotoren für die Regelungstechnik ist durch einige neue Geräte erweitert worden. Der Polar-Koordinatenschreiber (Diagrammscheibe 205 mm \varnothing) ist als Linienschreiber mit Registrierung auf Wachs- oder Metallpapier sowie als Punktschreiber mit elektrischer Punktmarkierung auf metallisiertem Registrierpapier lieferbar. Er registriert zwei Winkelstellungen und mechanische oder physikalische Größen, die sich in Winkelstellungen verwandeln lassen, in Abhängigkeit voneinander. Die Übertragungsgenauigkeit ist 0,5 Winkelgrad.

Beim Drehmagnet-Fernanzeigesystem für Vollkreisübertragung mit linear geteilter Skala ist das bekannte Drehmagnetprinzip durch Kompen-

sationswicklung am Geber verbessert und damit der methodische Übertragungsfehler in der Anzeige linearisiert worden. Für die Stellungs-meldung von Wellenstellungen, Wegen usw. ist das Doppelsystem besonders interessant, dessen Geber zwei Feindrahtpotentiometer im Übersetzungsverhältnis 1 : 12 enthält. Im Anzeigegerät befinden sich zwei elektrisch voneinander unabhängige, koaxial angeordnete Drehmagnet-systeme, die die Zeiger einer Anzeigehr bewegen. Die beiden Empfänger-meßwerke werden von den beiden Geberpotentiometern gesteuert. Dadurch erreicht man eine Dehnung der Anzeigeskala auf den 12fachen Wert der üblichen Skalenlänge bei gleich großen Einfachanzeigern.

Das polarisierte Feinrelais in Miniaturausführung mit bisher 2 Spulen zu je 250 Ohm Widerstand ist nunmehr auch mit zwei unsymmetrischen Spulen (450 und 50 Ohm) lieferbar, um in Regelkreisen mit induktiver Rückkopplung und gesteigerter Ansprechempfindlichkeit (etwa 40 μ A) verwendet werden zu können.

Für Analogrechner in Regelkreisen werden zur Darstellung von Funktionen, die auf empirischen Zusammenhängen beruhen, Funktionspotentiometer benötigt, die sich den gegebenen empirischen Bedingungen individuell anpassen lassen. Für derartige Aufgaben stehen nunmehr auch drei Typen zur Verfügung. Für Sonderaufgaben ist weiterhin ein Feindraht-Drehpotentiometer mit Außenschleifringen lieferbar, das es ermöglicht, ein elektrisches Potential in Abhängigkeit von zwei gleichzeitig veränderlichen Stellgrößen abzugreifen. Das Drehpotentiometer hat die Form eines kurzen Metallzylinders, dessen Mantelfläche als 6teiliger Kollektor mit Edelmetall-Schleifringen ausgebildet ist.

Rohde & Schwarz

Das sehr große Ausstellungsprogramm von Rohde & Schwarz umfaßt praktisch die ganze Fülle von Meßgeräten für die NF-, HF- und Mikrowellentechnik. Gefertigt werden z. B. Spannungsmessgeräte, Verstärker, Oszillografen und Schreiber, Frequenzhubmesser und Meßdemodulatoren, Normalfrequenzanlagen, Quarzuhren, Kleinquarzuhr, Zeitzeichenanlagen, Frequenzmeßanlagen, Frequenzgang-Schreibanlagen, NF-Generatoren, Schwebungssummen, RC-Generatoren, Generatoren für die Fernstechnik, HF-Generatoren, Empfänger-Meßsender für AM und FM, UHF-Meßsender, Leistungsmeßsender, Normalfrequenzgeneratoren, Rauschgeneratoren, Feldstärkemeßgeräte, Widerstands-, Verlustfaktor- und Güte-Meßgeräte, akustische- und Schwingungsmessgeräte, C- und L-Meßgeräte, Frequenzmesser und Frequenzzeiger verschiedenster Ausführung, Leistungsmesser, Anpassungszeiger, Meß- und Belastungswiderstände, Richtkoppler, Eichleitungen, Eichteiler, Dämpfungsglieder, Netzgeräte für konstante Gleich- und Wechselspannung, Klystron-Netzgerät, Zentimeterwellen-Hohlrohrbauteile, Breitband-Symmetriertöpfe, Universalübertrager, Hochspannungsprüfer und Steckverbindungen.

Gebr. Ruhstrat

Das Galvanometer mit Laufskala „Rugala“ vereinigt in einem schmalen Gehäuse (Breite 110 mm, Höhe max. 150 mm, Tiefe 360 mm) Galvanometer, Optik, Nullpunktunterdrückung, Nullpunktjustierung und Empfindlichkeitsregler. Es lassen sich die bekannten „KSG“-Galvanometersysteme einbauen, z. B. mit einer Empfindlichkeit von $2 \cdot 10^{-9}$ A/Skt oder $1 \cdot 10^{-6}$ V/Skt. Die Genauigkeit der Ablesung entspricht einem Abstand von 1,8 mm zwischen Galvanometer und Ableseskala.

Scheuer-Organisation KG

Der „Universal-Registrier-Automat“ dient zur fortlaufenden und gleichzeitigen Überwachung von zehn Produktionsmaschinen und wertet den Produktionsablauf sowohl grafisch als auch numerisch aus. Das Diagramm zeigt in Gegenüberstellung Soll- und Ist-Leistung sowie Stillstands- und Verlustzeiten. Die jeder Maschine und jedem Diagrammstreifen zugeordneten Zählwerke registrieren parallel zur grafischen Registrierung.

Schorch-Werke AG

Mit einem neuen Analogie-Gerät zur Sichtbarmachung von Regelvorgängen wartet die Firma auf dem Gemeinschaftsstand der *Conti-Elektro*-Gruppe auf. Bei diesem Gerät werden mit Hilfe eines Katodenstrahl-oszillografen und elektronischer Bauelemente Regelvorgänge sichtbar gemacht. Der Modellregelkreis wird der Wirklichkeit entsprechend, jedoch mit stark verkürztem Zeitmaßstab, aufgebaut. Als Regler dient ein normaler elektronischer PID-Regler.

Bei den Relais und Reglern der *Schorch-Werke* sei unter anderem auf das elektronische Spannungsrelais „EU“ hingewiesen. Es ist besonders dort geeignet, wo es auf ein sehr kleines Haltverhältnis ohne schleichende Kontaktgabe und auf hohe Überlastbarkeit des Steuerkreises und variable Ansprechspannung ankommt. Ein Zeitrelais ist so ausgeführt, daß die beim Betrieb der Maschine (Pressensteuerungen usw.) unvermeidbaren Vibrationen der Funktion des Relais nicht schaden. Der Schrit-regler „ERO 1“ ist für solche Fälle geschaffen worden, bei denen eine große Genauigkeit ohne hohe Anforderungen an die Regelgeschwindigkeit verlangt wird. Der PID-Regler „ER 666“ ist als stetiger Regler besonders vorteilhaft bei Gleichlaufregelungen in Mehrmotorenantrieben einzusetzen. Der Rückführkreis dieses Reglers ist durch Einsatz elektronischer Bauelemente energetisch entkoppelt.

Als Stellglieder entwickelten die *Schorch-Werke* Stromrichtersätze „ES“ mit Ausgangsleistungen bis maximal 30 kW, die entweder Thyatron- oder Gleichrichteröfen enthalten. Solche Stromrichtersätze sind als Stellglieder notwendig, da in den meisten Fällen die Ausgangsleistung der Regler zu gering ist, um die Regelstrecke direkt beeinflussen zu können. Soll- und Istwert-Anpassungsglieder sorgen für eine individuelle Anpassung der Regler.

Scientific Instrument Manufacturers Association of Great Britain (SIMA)

Die *SIMA* zeigt eine repräsentative Auswahl der Erzeugnisse von 24 Mitgliedsfirmen, und zwar insbesondere wissenschaftliche und industrielle Einrichtungen für Messen, Schreiben und Regeln (mit besonderer Betonung der Elektronik), ferner verschiedenste Prüfgeräte, kerntechnische Instrumente, automatische Analysengeräte, Präzisionswaagen, Schweißregler und Ultraschallprüfgeräte.

Siemens & Halske AG, Wernerwerk für Meßtechnik

Auf allen Gebieten des umfangreichen Fertigungsprogrammes sind bedeutende Verbesserungen und Neuerungen zu erkennen. Beispiele für die wachsenden Anforderungen an die Meßgeräte sind die Steigerung der Empfindlichkeit von elektrischen Meßwerken oder vermehrte Anwendung von Kompensationsverfahren, z.B. zur Erfassung sehr kleiner Temperaturänderungen mit dem „Kompensographen“. Hohe Empfindlichkeit und Genauigkeit der Meßgeber sind auch die Grundvoraussetzung für eine gute Regelung. Fortschritte auf dem Gebiet der Magnetverstärker führten zur Entwicklung neuartiger elektrischer Regler, die es ermöglichen, mit verhältnismäßig geringem Aufwand auch an schwierigen Regelstrecken in wärmetechnischen Anlagen gute Regelergebnisse zu erreichen. Auf dem Wege zur Automatisierung gewinnt die digitale Darstellung von Meßwerten immer mehr an Bedeutung. Durch Umwandlung analoger Meßwerte in digitale ist es möglich, diese mit Hilfe einer Fernschreibmaschine tabellarisch aufzuschreiben oder sogar in Rechenmaschinen auszuwerten.

Siemens-Schuckertwerke AG

Eine Reihe ausgewählter Beispiele gibt einen Überblick über die vielfältigen Anwendungen der Steuerungs- und Regelungstechnik im Rahmen der Starkstromtechnik. So wird beispielsweise auf dem Gebiet der Energieerzeugung und -verteilung das Zusammenwirken der Mittel für den automatischen Betrieb eines Verbundnetzes gezeigt — einschließlich der Blockregelung in einem Dampfkraftwerk und der Automatik eines Pumpspeicherwerkes. Ausgestellt sind ferner Geräte zur Netzregelung, zur Fernmessung und -zählung sowie zur Automatisierung des Kraftwerkbetriebes.

In der industriellen Regelungstechnik führte die Anpassung an die Technologie zu einer Reihe interessanter Lösungen. Beispiele sind unter anderem ein von einem Stromrichter gespeister Walzwerksmotor, der auf Drehzahl geregelt wird, Regelantriebe für die Papier- und Textilindustrie, eine Steuerung für den Hochofenbetrieb, eine Registerregelung für den Rotations-Mehrfarbendruck, eine Lochkartensteuerung für Werkzeugmaschinenantriebe sowie eine Bühnenlichtsteuerung mit Magnetverstär-

ker. Erstmals wird ein Regelmodell gezeigt, das dem Regelungstechniker die Behandlung seiner speziellen Probleme erleichtert.

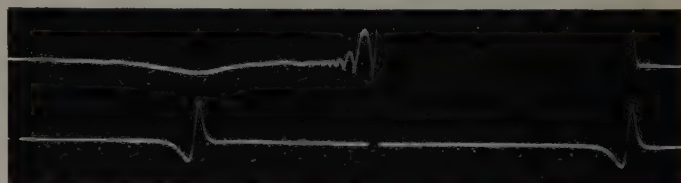
A. Speck GmbH

Der „Aspor“-GM-Zähler, ein leichtes, handliches Gerät für die Anzeige von Beta- und Gammastrahlen, arbeitet mit akustischer und optischer Anzeige. Das Gerät hat die drei Meßbereiche 0...1, 0...20 und 0...1000 mr/h. Vergleichskurven ermöglichen die Messung von Betastrahlen mit einem untersten Durchdringungsvermögen von 10 mg/cm² in Imp/s. Röntgenstrahlen lassen sich ab 50 kV mittels Eichkurven ebenfalls in Imp/s messen.

Dr. Staiger, Mohilo & Co.

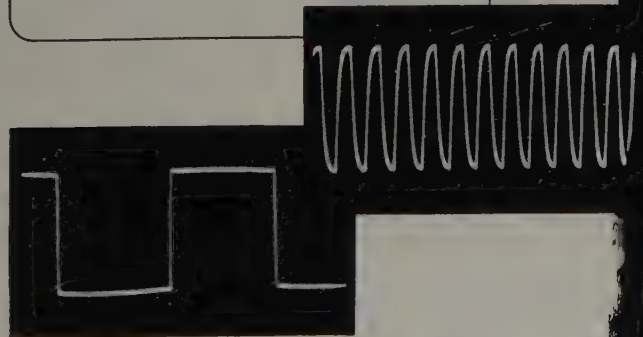
Meßgeräte für elektronische Messung mechanischer Größen, und zwar sowohl für statische Messungen als auch für Messungen schnell veränderlicher Vorgänge sind die Spezialität von *Staiger, Mohilo & Co.* So werden z.B. Drehschwingsgeber, Drehbeschleunigungsgeber, Drehmomentgeber, piezoelektrische Druckgeber, induktive Weggeber (Schwingsgeber), Beschleunigungsgeber, berührungslose Schwingungsaufnehmer, induktive Druckmeßdosen, Kraftmeßgeräte mit Dehnungsmeßstreifen und schleifringlose Drehübertrager für induktive Meßdosen hergestellt. Dazugehörige Trägerfrequenzverstärker und Sichtgeräte (Ein- und Zweistrahl-Oszillografen) runden das Herstellungsprogramm ab.

Als Beispiel einer Anwendung sei auf die Messung einer Ventilschwingung bei einem Verbrennungsmotor hingewiesen. Das nachstehende Oszillogramm wurde mit einem Universal-Trägerfrequenz-Meßverstärker der



Firma, einem Ventilhubgeber und einem Elektronenstrahl-Oszillografen aufgenommen. Der Vorgang verläuft von rechts nach links. Die obere Kurve zeigt das Öffnen des Ventils, weiter links folgt das Schließen des Ventils, ferner das nach dem Schließen auftretende mehrmalige Zurückprallen und dann das Aufliegen des Ventils auf dem Ventilsitz sowie das allmähliche Durchbiegen des Ventils infolge von Drucksteigerungen im

AEG MESSWESEN



Neuer Klein-Oszillograph mit Gleichspannungsverstärker

hervorragend geeignet
für die Meß-, Regel-, Impuls- und Fernsehtechnik



Abmessungen 130 x 220 x 320 mm
Schirmdurchmesser 70 mm
Frequenzgang bis 4 MHz

ALLGEMEINE ELEKTRICITÄTS-GESELLSCHAFT

Verbrennungsraum. Nach Erreichen des oberen Totpunktes ist deutlich die wiederabnehmende Durchbiegung des Ventiltellers sichtbar und anschließend das ruhige Aufliegen des Ventils auf dem Ventilsitz. Die untere Kurve markiert die verschiedenen Totpunktlagen; durch Strahlunterbrechung ist noch eine Zeitmarke eingezeichnet. Neben der einwandfrei klaren Wiedergabe der Einzelheiten ist der außergewöhnlich niedrige Störpegel beim ruhigen Aufliegen des Ventils auf seinem Sitz beachtenswert, obwohl die Verbrennungsmaschine mit voller Leistung arbeitete. Ein besonderes Gebiet stellen die Meßgeräte zur Prüfung von Serienteilen dar, mit denen sich ohne weiteres automatische Prüf- und Sortieranlagen erstellen lassen, die mit sehr großer Geschwindigkeit Massenteile auf sehr enge Toleranzen überprüfen und sortieren.

Als Neuentwicklung zeigt die Firma u.a. noch ein dynamisches Strömungsmeßgerät zur Messung der Strömungsgeschwindigkeiten und ihrer kurzzeitigen Änderungen in Gasen und Flüssigkeiten. Das Gerät arbeitet mit einer Trägerfrequenz von 50 kHz, das Auflösungsvermögen liegt bei der Standardausführung zwischen 0 und 5000 Hz.

Sunvic Regler GmbH

Für die selbsttätige Regelung, Messung und Automatik in der chemischen Verfahrenstechnik und zahlreichen anderen Industriezweigen, insbesondere für den Erdölsektor, bietet die Firma ein umfangreiches Programm an pneumatischen und elektronischen Geräten an. Als modernes Betriebsüberwachungsgerät ist der „Meßwertlogger“ zu erwähnen. Ferner sei auf kerntechnische Meßgeräte zur Messung des Niveaus von Flüssigkeiten und Schüttgütern, für Verpackungsprüfung usw. hingewiesen. Als Vertretung anderer Firmen liefert die *Sunvic Regler GmbH* weiterhin Elektronenrechner und den „Merlin“-Forschungsreaktor.

Telefunken GmbH

Ein elektronischer Analogrechner „RA 463/2“ zur Lösung von Differentialgleichungen (dargestellt in Form von Kurven auf einem Spezialoszillografen; Ausmeßgenauigkeit beliebiger Punkte auf dem Koordinatensystem etwa 2^{100}) wird die Beachtung der Besucher ebenso finden wie zahlreiche Meßplätze und Grundbausteine für die Automatisierung von Meßvorgängen. Ein Zentimeter-Wellenmeßplatz (Einzelgeräte: Klystron-Oszillator, Ringmeßleitung, Hohlleiter-Universal-Frequenzmesser, Leistungsmesser mit Thermistorkopf, Hohlleiter-Rauschgenerator), ein quartzgesteuerter Präzisions-Frequenzmesser, das Transistor-Meßgerät „teletrans I“, ein Dezimeter-Wobbelsendermeßplatz, ein Kreisvergleichsmeßgerät, die mit Transistoren bestückte Betriebskapazitätsmeßbrücke, Frequenzzähldekaden und quartzgesteuerte Taktgeber, Windungszahlmeßgerät mit Steuerzusatz, Kontaktfehler-Suchgerät und ein kompletter Meßplatz mit einem Meßmagnetophon sind einige Beispiele aus der Meßgerätfertigung. Für die ständig zunehmende Automatisierung von Meßvorgängen schuf Telefunken kleine Baugruppen (Generatoren, Verstärker, Zählstufen, Frequenzmesser usw.), und für den Übergang von der bisherigen Handmeßtechnik zu einer halb- bzw. vollautomatischen Meßtechnik wurde unter anderem ein lichtelektrischer Steuerzusatz entwickelt (in einem Lichtmarken-Instrument können hierfür 16 Fotokontakte verschiebbar eingesetzt werden). Ein weiteres Beispiel der Meßtechnik ist das Verkehrsradar „VRG 2“ zur Messung der Geschwindigkeit und der Anzahl von Fahrzeugen. Automatische Prüfeinrichtungen (Wahlsternschalter-Roboter) garantieren Prüfzeiten, die nur etwa $1/30$ und weniger mancher anderer Prüfverfahren betragen. An Röhren werden vor allem Oszillografenröhren und Spezialröhren für Rechenmaschinen, Meßgeräte und automatische Steueranlagen sowie Elektrometer- und Ionisationsmanometer röhren ausgestellt, ebenso die Transistorenfertigung.

Ernst Tesch KG

Die regelbaren Verzögerungs-Schaltwerke, regelbare Umkehrsteuerungen und Programmsteuerungen aller Art enthalten als zeitbestimmendes Glied einen selbstanlaufenden Synchro motor. Für Sonderausführungen (z.B. Diesel-Notstromaggregate) werden jedoch auch Geräte mit Gleichstromantrieb geliefert. Allen Verzögerungsschaltwerken ist die stufenlose Einstellbarkeit mittels Drehknopf und Skala gemeinsam. Verzögerungsschaltwerke werden für verschiedenste Zeitbereiche hergestellt; der kleinste Zeitbereich ist 0,2...1 s, der längste 3...72 Std. Das Verhältnis der kürzesten Einstellzeit zur längsten Einstellzeit liegt im allgemeinen bei 1:20 bis 1:40. Es werden jedoch auch Geräte geliefert, mit denen man ein Einstellverhältnis von 1:3600 erreicht. Die Normaltoleranz der Schaltwerke liegt bei $\pm 1\%$, bei verschiedenen Geräten jedoch unter $\pm 0,5\%$ vom Skalenendwert.

Programm-Schaltwerke lassen sich für die verschiedensten Zwecke benutzen, so als Schrittschaltwerke oder auch zur Weitergabe von Impulsen. Die kürzeste Umlaufzeit der Nockenwellen ist 2 s. Bei anderen Schaltwerken ist eine Umlaufzeit von 48 Tagen vorhanden. Dazwischen gibt es viele Stufen. Die Geräte werden mit bis zu 30 Kontakten gebaut. Sie sind in Preßstoffgehäusen montiert oder in Stahlblechgehäusen gekapselt.

Durch Zusammenwirken der Verzögerungs-Schaltwerke, Programm-Schaltwerke, Sonderkonstruktionen und Zusammenstellung dieser Geräte zu ganzen Steuerungen in Schrankform sind unendlich viele Möglichkeiten gegeben, durch motorgetriebene Schaltwerke Arbeitsgänge vollautomatisch zu steuern.

Dr.-Ing. J. F. Tönnies

Fotografische Registriereinrichtungen, vor allem zum Gebrauch mit Katodenstrahloszillografen, stellt *Tönnies* aus. Die „Recordine“ erlaubt Registrierlängen bis zu 50 m bei Geschwindigkeiten bis zu 5 m/s. Die Trom-

melkamera „Recordrum“ ist für Geschwindigkeiten bis zu 50 m/s mit 0,5 oder 1 m Trommelumfang gebaut. Beide Geräte arbeiten mit Synchro motorantrieb.

Für Aufnahmen längerer Bildserien in Verbindung mit stroboskopischen Beleuchtungsgeräten ist die Schmalfilmkamera „Recordette“ für Geschwindigkeiten bis zu 20 m/s besonders geeignet.

Elektronenstrahloszillografen baut die Firma nach beliebigen Kundenwünschen in Verbindung mit den vielseitigen Registriereinrichtungen. Unter den Sondergeräten ist z.B. ein „Hermometer“ zu nennen, mit dem sehr langsame Bewegungen der Stempel von hydraulischen Pressen in weiten Meßgrenzen mit großer Präzision angezeigt werden können.

Vibro-Meter AG

Für ihre kompletten Meß-, Anzeige- und Registrieranlagen zur elektrischen Messung physikalischer Größen liefert die Firma zahlreiche mechanisch-elektrische Wandler auf induktiver, piezoelektrischer oder Widerstandsbasis. Besonders vorteilhaft ist das neue Baukastensystem, das vor allem Trägerfrequenzoszillatoren, Trägerfrequenzverstärker, verstärkerlose induktive Meßbrücken, Mittel- und Spitzenwertanzeigergeräte, Elektrometer-Vorverstärker sowie Gleichspannungsverstärker umfaßt. Ferner stehen auf dem Programm statisch-dynamische Dehnungsmeßbrücken, Geräuschspektrummeßgeräte, Lastkontrollgeräte, Überlastsicherungen und Lastschaltringe.

Voigt & Haeflner AG

Einen neuentwickelten Programm-Wahlautomaten führt *Voigt & Haeflner* auf dem Gemeinschaftsstand der *Conti-Elektro*-Gruppe vor. Mit Hilfe dieses Programm-Wahlautomaten ist es möglich, ein kontinuierliches Programm mit 14 verschiedenen Vorgängen in 32 Zeitstufen (jede Stufe verstellbar z.B. von 2...20 min) ablaufen zu lassen. In jeder Stufe kann von der reinen Zeitsteuerung auf Steuerung beliebiger physikalischer Zustandsgrößen (Druck, Temperatur, Menge usw.) ausgegangen werden. Das umgekehrte Verfahren ist genau so möglich. Der Programm-Wahlautomat ist unter anderem zum Einsatz in Werkzeugmaschinen, in Fertigungsstraßen und in den verschiedensten Fertigungsverfahren der mechanischen, chemischen, der keramischen und Textilindustrie geeignet.

Zur stufenlosen Regelung von Industrieheizeinrichtungen zeigt *V & H* den Leistungsregler „Statotherm“. Dieser Regler kann etwa im Bereich von 10...85% der Anschlussleistung regeln; die Stromzuführung zur Heizeinrichtung wird dabei je nach Einstellung durch einen von einem Bi-metallstreifen gesteuerten Schnappschalter mehr oder weniger lange unterbrochen. Eine Temperaturkompensation macht das Gerät nahezu von der Raumtemperatur unabhängig.

Wandel u. Goltermann

Unter den neuen Meßgeräten für den allgemeinen Laborbedarf und den Spezialentwicklungen im Frequenzbereich von 0,1 Hz...3000 MHz sei insbesondere auf den Bauschreiber „BLS-218“ verwiesen. Dieser von der *Standard Elektrik AG* entwickelte und von *W. u. G.* herausgebrachte Bauschreiber ist ein elektronischer Schreiber für periodische und aperiodische Schwingungen. Die für die Darstellung benutzte Katodenstrahlröhre mit Rechteckschirm 7×11 cm hat an Stelle der üblichen Lumineszenzschicht eine Glimmerplatte, deren zur Katode gewandte Seite eine Kaliumchloridschicht trägt. Die auftretenden Elektronen bringen diese Schicht zum Leuchten, außerdem hinterlassen sie eine blauviolette Färbung der getroffenen Stelle. Die Färbung hält mehrere Tage an, läßt sich jedoch durch Wärmeeinwirkung innerhalb einer halben Minute wieder rückgängig machen. Die aufzuzeichnende Grenzfrequenz liegt etwa bei 8...10 kHz. Der Schreiber enthält ferner die zur Zeitablenkung erforderlichen Schaltmittel, einen Verstärker für den Meßvorgang, eine Eicheinrichtung und Synchronisierungsanschlüsse.

Neu ist auch der Breitbandspannungsmesser „BSM-107“, ein Röhrenvoltmeter für Breitband- und Selektivmessungen im Frequenzbereich 10 Hz...1 MHz. Der Vollausschlag im empfindlichsten Bereich ist 1 mV; die obere Meßgrenze liegt bei 300 V. In Verbindung mit einem Hochpaß lassen sich noch Klirrfaktoren bis herab zu 1% messen. Bei dem ebenfalls neuen Klirrfaktormesser „ALM-87“ erfolgt die Unterdrückung der Grundwelle in einer Wien-Robinson-Brücke mit versteilerten Flanken. Zur Abgleichkontrolle ist eine kleine Katodenstrahlröhre vorhanden, deren Plattenpaare mit der Summen- und der Oberwellenspannung gespeist werden. Als Anzeigeelement für den Klirrfaktor wird ein Quotientenmeßwerk benutzt, so daß Klirrfaktoren zwischen 0,1 und 100% sofort ablesbar sind. Rückschlüsse auf den Grad der Oberwellen sind durch die Form der auf der Katodenstrahlröhre aufgezeichneten Lissajous-Figur möglich, und durch Zwischenschalten von Filtern können die einzelnen Komponenten für sich bestimmt werden. Der Eingang des Gerätes ist hochohmig, unsymmetrisch und für einen Spannungsbereich von 50 mV bis 200 V ausgelegt.

Weiterentwickelt wurden verschiedene Meßgeneratoren mit dekadischer Frequenzeinstellung. Ferner füllen zwei neue Rauschgeneratoren mit definierter Rauschleistung (300...2200 MHz) eine bisher bestehende Lücke zwischen Geräten mit Sättigungsdioden und jenen mit Gasentladungen in Hohlleitern aus. Für Anpassungsmessungen ist eine Ringmeßleitung mit dem erforderlichen Zwischenfrequenzverstärker und Mischkopf entwickelt worden. Für Frequenzmessungen bis 2700 MHz stehen zwei neue Wellenmesser zur Verfügung. Ebenfalls neu im Programm ist ein regelbarer Teiler für 10...70 dB für den Frequenzbereich 0...3000 Hz, ferner Festteiler und Abschlußwiderstände.

Bei den Meßgeräten für Spezialzwecke sind unter anderem zu erwähnen: ein Meßplatz zur automatischen Schnellanalyse im Tonfrequenzbereich, ein Meßplatz zur Bestimmung magnetischer Kennwerte von Blechen,

eine Meßbrücke für die Ermittlung der komplexen Kennwerte von Trockenbatterien, ein Windungszahlmeßgerät für Spulenwicklungen der Nachrichtentechnik, ein Pegelmeßplatz mit automatischer Abstimmung des Empfängers und Meßgeräte zur Überwachung von Trägerfrequenzanlagen. Das Programm an Wechselspannungstabilisatoren wurde weiter ausgebaut; es sind Geräte für 100 W, 500 W, 1000 W und 3000 W lieferbar.

K. H. Weigand Meßtechnik GmbH

Das Meßgeräteprogramm wurde erweitert und ausgebaut. Ganz neu ist ein kleines gekapseltes Drehspulmeßwerk „DSK“. Dieses Drehspulmeßwerk ist insbesondere für die Verwendung in elektrischen Belichtungsmessern gedacht; es ist staub- und spritzwasserdicht in einer nur etwa $41 \times 38 \times 18$ mm großen Kunststoffkapsel eingeschlossen. Nur die Nullstellung auf der Rückseite der Meßkapsel bedingt eine kleine Öffnung gegenüber der Außenwelt. Das Meßwerk kann mit einer Empfindlichkeit von 100 μ A bis 5 mA geliefert werden; für einfache Anzeigezwecke ist es auch als Nullinstrument mit Nullpunkt in der Mitte greifbar. Eine weitere Ausführung für die Verwendung in Belichtungsmessern hat einen nahezu logarithmischen Skalenverlauf.

Wissenschaftlich-Technische Werkstätten

Zur Bestimmung von Dielektrizitätskonstanten und dielektrischen Verlustwinkeln für praktisch den gesamten elektrischen Frequenzbereich liefert die Firma ihr bewährtes Programm von Meßgeräten für Analyse, Forschung und Betriebsüberwachung. Eine Neuentwicklung ist das HF-Titrimeter für elektrodenlose Leitfähigkeitsbestimmungen und -titrationen bei 30 MHz.

W. Zeh

Das Ausstellungsprogramm umfaßt unter anderem automatische Analysengeräte der Firma *Hilger & Watts, Ltd.*, London, und Geräte der *Consolidated Electrodynamics Corporation*, Pasadena (USA). Aus dem Herstellungsprogramm der CEC seien z.B. ein Digitalvoltmeter sowie ein Gaschromatograph und ein neuentwickelter Feuchtigkeitsmonitor genannt. Der Feuchtigkeitsmesser gestattet neben dem Laborbetrieb eine kontinuierliche, quantitative Bestimmung von Wasseranteilen in Prozeß-Gasströmen mit einer maximalen Anzeigeempfindlichkeit von 10^{-6} . Die Meßspannung läßt sich für eine Fernanzeige oder Regelung abgreifen. Der ebenfalls neuentwickelte Prozeß-Gaschromatograph dient zur Fernüberwachung und Registrierung von kontinuierlichen Prozeß-Gasströmen. Kolonne, Detektor und Proben-Einlaßventil werden thermostatisch bei einer maximalen Betriebstemperatur von 150°C auf $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ genau geregelt.

T A G U N G E N

NTG-Tagung „Funktechnik“

Vom 17. bis 19.9.1957 hielten die NTG-Fachgruppen „Antennen“, „Wellenausbreitung“, „Funkgeräte“ und „Ortung“ in Ulm/Donau eine gemeinsame Fachtagung „Funktechnik“ ab. Die nachstehenden Referate behandeln eine kleine Auswahl aus den auf der Tagung gehaltenen 19 Vorträgen.

J. Großkopf (FTZ), Höhenabhängigkeit und Einfallswinkel bei Streustrahlung im 100-MHz-Band

Um den vertikalen Einfallswinkel der troposphärischen Überreichweitestrahlung zu bestimmen, wurden die Höhenabhängigkeit der Empfangsfeldstärke und die Deformation des Vertikaldiagramms der Empfangsantenne im Felde eines 226 km entfernten 90-MHz-Senders gemessen. Der lineare Feldstärkeanstieg endet bei einer mit dem Einfallswinkel verknüpften kritischen Höhe, die mit 10...15 m gemessen wurde. Der Feldstärkeanstieg erfolgt bei kleinen Feldstärken schneller als bei großen, d.h. bei kleinen Feldstärken herrscht reine Streustrahlung mit weitem Streukegel vor, bei großen Feldstärken fällt eine quasi-ebene Welle mit geringer Streukegelförmigkeit ein. Das Vertikaldiagramm einer nach oben geneigten Richtantenne wird bei Einfall von Streustrahlung verformt, das Empfangsminimum wird aufgefüllt. Aus der gemessenen Diagrammverformung kann auf den Einfallswinkel geschlossen werden. Beide Untersuchungsmethoden führten zu gleichen Ergebnissen: kurzzeitig Einfall der gesamten Streustrahlung nur unter einem Winkel. Ein Einfallswinkel von etwa 4° wird nur in 1% der Zeit überschritten.

F. Steiner (C. Lorenz AG), Großbasispeiler nach dem Dopplerprinzip

Die durch den „Heiligtageffekt“ erklärten Ortungsfehler entstehen bei gleichzeitigem Einfall kohärenter Wellen aus mehreren Richtungen. Die Linien gleicher Phase, die das Ortungskriterium liefern, sind bei Doppelseinfall Wellenlinien, die um einen Mittelwert pendeln, der immer der stärkeren Welle entspricht. Daraus folgt, daß mit einer Genauigkeit, die mit der Basis dieses Antennensystems zunimmt, diese Richtung bestimmt werden kann. Die bekannten mit Amplitudenmodulation arbeitenden Verfahren benötigen aber entweder besondere Maßnahmen, um die entstehende Mehrdeutigkeit zu beheben, oder eine viel größere Bandbreite als dem Informationsinhalt der Ortung entspricht.



AUTOMATION

**Eine
Forderung
unserer
Zeit!**

Die Expansion unseres gesamten Wirtschaftslebens stellt Probleme, die nur durch Automation von Arbeitsprozessen und Messvorgängen gemeistert werden können. Auch bei der Bearbeitung von Daten müssen neue Wege beschritten werden, um die Konkurrenz in der Leistung zu übertreffen. Remington Rand hilft Ihnen dabei! Das Automationsprogramm von Remington Rand umfaßt Anlagen in jeder Größenordnung:

UNIVAC FAC-TRONIC	UNIVAC CALCULATING TABULATOR
UNIVAC SCIENTIFIC	UNIVAC 40, 60 und 120
UNIVAC FILE-COMPUTER	LOCHKARTENMASCHINEN

Unsere UNIVAC-Systeme und Lochkartenmaschinen ermöglichen die rasche und fehlerfreie Erledigung aller Aufgaben der Datenverarbeitung. Für jede Betriebsgröße und Aufgabe kann das wirtschaftlichste System auf Kauf- oder Mietbasis gewählt werden. Das Rechenzentrum UNIVAC EUROPA in Frankfurt am Main steht Ihnen für die Lösung einmaliger und laufender Arbeiten auf Lohnbasis zur Verfügung.

Bitte, übertragen Sie uns Ihre Probleme zur unverbindlichen Analyse. - Eine vertrauliche Behandlung ist selbstverständlich.

Remington Rand
G.M.B.H.
FRANKFURT AM MAIN

Elektronische
Rechenanlagen

Lochkartenmaschinen
Büromaschinen

Kardex Organisationen
Mikrofilm-Systeme

Geschäftsstellen in allen größeren Städten

Zeitsparende Meßverfahren

in Fertigung, Prüffeld und Labor

Wir zeigen auf der

INTERKAMA IN DÜSSELDORF

unseren

Neuen Elektronischen Schnellschreiber *

zur Darstellung einmaliger
und periodischer Vorgänge
mit einer oberen Frequenz-
grenze von 10 kHz.



Das Diagramm wird wie mit einem normalen
Katodenstrahloszillographen geschrieben.
Der Speziälschirm speichert die Aufzeichnung
über mehrere Tage durch molekulare Um-
wandlungen in der KCI-Schicht. Innerhalb
einiger Sekunden kann das Bild jedoch auch
gelöscht werden.

Damit eröffnen sich dem Schreiber Anwen-
dungsmöglichkeiten, bei denen Schleifen-
oszillographen und Registrierkameras nur
mit Vorbehalt benutzbar waren, z. B.
Justierung von Kontakten auf Prellfreiheit,
Phonetische Untersuchungen,
Übergangverhalten schneller Regelstrecken,
Impulsmessungen von Digitalspeichern.

Wir beraten Sie gern bei der Lösung Ihrer
Meßprobleme. Fordern Sie unser Prospekt-
blatt Nr. 171 unverbindlich an!

*Bauart Standard Elektrik AG.

WANDEL u. GOLTERMANN
RUNDFUNK- UND MESSGERÄTE REUTLINGEN/WÜRTT.



Durch eine virtuelle Bewegung einer Antenne im Interferenzfeld (bewirkt durch Anschaltung von Einzelantennen in zyklischer Reihenfolge) erhält man durch den Dopplereffekt eine Frequenzmodulation, deren Auswertung unabhängig von der Basis ein eindeutiges Ortungskriterium liefert. Über einige nach diesem Prinzip gebaute Geräte und über Meßergebnisse wurde berichtet.

H. Lueg (Telefunken GmbH), Ein Dopplerradar

Die Wirkungsweise des CW-Radars, seine Anwendung für die Navigation und für die Feststellung von Bewegungen im angestrahlten Raum wurden in ihrer Grundlage behandelt. Es ist naheliegend, das angewandte Meßverfahren auch für die Probleme des Straßenverkehrs sowie besonders für Geschwindigkeitsmessungen von Fahrzeugen zu verwenden. Ein dafür entwickeltes Gerät, das den Namen Verkehrs-Radargerät trägt, wurde beschrieben. Es arbeitet im 3-cm-Bereich und strahlt 15 mW unter einem Winkel von 20° zur Fahrzeuggleichung ab. Die für Simultanbetrieb eingerichtete Antenne hat eine horizontale Halbwertsbreite von 6° und eine vertikale von 9°, so daß bereits überschlägliche Verkehrszählungen möglich sind. Für genaue Verkehrszählungen sind scharf bündelnde Spezialantennen vorgesehen. Mit weiteren Zusatzgeräten kann die Anlage auch verwendet werden, um Vorgänge geschwindigkeitsabhängig zu steuern (Beispiele: Bremssteuerung ablaufender Güterwagen, Kollisions-schutteinrichtungen für Kraftfahrzeuge).

H. Valdorf (C. Lorenz AG), Dekadische Frequenzdarstellung

Die dichte Kanalbelegung der kommerziellen Bereiche stellt hohe Anforderungen an die Frequenzgenauigkeit für Sendeanlagen. Die kanalgerastete Fernbedienung verlangt für Send- und Empfangsanlagen neben hoher Frequenzkonstanz quartzparende Vierkanalsteuersender und Empfangsoszillatoren. Je nach Aufwand und Genauigkeit werden die Steuerfrequenzen aus Einzelquarzen oder aus einem einzigen Bezugsnormale abgeleitet. Alle direkten Frequenzaufbauverfahren und die verschiedenen indirekten Frequenzaufbau- und Frequenzabbauverfahren passen sich gut der dekadischen Einstellung an. Es wurde ein kurzer Überblick über die verschiedenen Frequenzdarstellungsmethoden gegeben und auf einige grundlegende Dimensionierungsrichtlinien hingewiesen, die für den Aufbau von hochwertigen Steuerdekaden von Bedeutung sind.

K. Sann, Phasenmodulation durch gesteuerte Kapazitäten

Die in den UKW-Funksprechgeräten bisher benutzten Phasenmodulatoren erfordern wegen ihres kleinen Hubes eine hohe Frequenzvervielfachung. Der Filterphasenmodulator, der unter Verwendung von steuerbaren Kapazitäten entwickelt worden ist, läßt einen um eine Zehnerpotenz größeren Hub zu. Damit kommt man entweder mit einer kleineren Zahl von Vervielfacherstufen aus oder kann niedrigere Frequenzen als bisher übertragen. Die von der Telefunken GmbH für diesen Zweck gebauten Silizium-Kapazitätsdioden zeichnen sich durch Konstanz, kleinen Temperaturkoeffizienten, kleinen Verlustwinkel und Verwendbarkeit bis zu mehreren 100 MHz aus. An einem vierkreisigen Filterphasenmodulator für 8 MHz wurde ein Klirrfaktor von 3% bei 200° Phasenhub gemessen. Einer Erhöhung der Kreiszahl und des damit möglichen Phasenhubes steht nichts im Wege.

K. Fränz (Telefunken GmbH), Antennen mit schwenkbarer Strahlungs-Charakteristik

Zunächst wurde ein Überblick über die klassischen Verfahren zur elektrischen Schwenkung von Richtdiagrammen gegeben. Sie beruhen auf Phasendrehungen der Erregung von Querstrahlern. Sodann wurden neuere Vorschläge zur Diagrammschwenkung um größere Winkel diskutiert, bei denen man in der Optik übliche Methoden auf die Antennentechnik überträgt.

H. Havstad (USA), Überreichweiteverbindungen, Verfahren und Anlagen, Ausbreitungsmessungen

Nach einem zusammenfassenden Bericht über Schwundregistrierung an einer Mikrowellenstrecke, die aus 30 Teilstrecken mit direkter Sicht besteht, wurde über Ausbreitungsuntersuchungen an mehreren Strecken mit troposphärischer Scatter-Ausbreitung berichtet. Anschließend konnten einige sich daraus ergebende spezielle Anforderungen an die Anlage und die zur Zeit in den Vereinigten Staaten benutzte Gerätetechnik behandelt werden.

NTG-Tagung „Bauelemente“

In Zusammenarbeit mit dem Elektrotechnischen Verein Mittelbaden veranstaltete die Nachrichtentechnische Gesellschaft im VDE in der Zeit vom 23. bis 26. 9. 1957 in Karlsruhe eine Fachtagung „Bauelemente“. Aus den Übersichtsvorträgen der drei Themengruppen „Röhren“, „Halbleiterbauelemente“, „Allgemeine Bauelemente und Werkstoffe“ folgen nachstehend einige Referate.

H.-L. Rath (AEG), Physikalische und elektrische Eigenschaften von Silizium-Gleichrichtern für die Nachrichtentechnik

An Hand des Gleichstromverhaltens wurden kennzeichnende Eigenschaften kleiner Si-Gleichrichter erörtert. Die unter Last auftretende Erwärmung des Gleichrichters rührt praktisch nur von den Durchlaßverlusten her. Die Sperrschichttemperatur darf 150...200° C nicht überschreiten. Hierfür muß durch geeignete Kühlung gesorgt werden.

Im Vergleich mit Selengleichrichtern wird die Überlegenheit des Si-Gleichrichters an Belastungskurven für Einweg- und Brückenschaltung deutlich. Gleichzeitig erkennt man den Einfluß eines Schutzwiderstandes zur Begrenzung hoher Einschaltstromstöße.

Die Wirkung der Eigenkapazität und des „hole-storage-Effektes“ auf die zulässige Betriebsfrequenz wurde diskutiert und durch Messungen für Leerlauf und Belastung belegt. Schließlich wurden Fragen der Reihen- und Parallelschaltung, der Absicherung und der Anwendung, besonders als sogenannte Zener-Diode, gestreift.

K. Seiler, Rauschen von Germanium-Einkristallen

Zu einer vollständigen Rauschanalyse der Transistoren und Dioden ist die Kenntnis der Rauscheigenschaften des homogenen Germanium-Einkristalls notwendig. Es wurde über Rauschmessungen von D. Sautter (vgl. Zeitschrift für Naturforschung, Bd. 12a (1957), S. 490–497) an Germanium-Einkristallen verschiedener Dotierung im Frequenzbereich zwischen 2 und 150 kHz und variabler Temperatur zwischen 20 und 140° C berichtet. Das mittlere Rauschstromquadrat nimmt quadratisch mit der Feldstärke im Kristall zu. Es steigt etwa exponentiell mit wachsender Temperatur an. Die Abhängigkeit von der Frequenz f läßt sich durch Funktionen der Form

$$\overline{i^2} \sim 1/[1 + (2\pi f\tau)^2]$$

beschreiben. Als Ursache des gemessenen Rauschens werden die Schwankungen der Konzentrationen der Ladungsträger angesehen. Die Meßergebnisse stimmen sehr gut mit der auf dieser Grundlage entwickelten Theorie überein.

H. Avender (Telefunken GmbH), Zum gegenwärtigen Stand der Schwingquarztechnik

Es wurde angegeben, was ein Schwingquarz ist, wozu er dient, welche Bedeutung er für die Nachrichtentechnik hat und wie er aufgebaut ist. Ferner wurde über die Eigenschaften des piezo-elektrischen Rohmaterials referiert sowie über das Ergebnis der Suche nach Ersatzstoffen für den Rohquarz und über die Synthese des Rohquarzes selber. Über die wichtigsten Eigenschaften der Schwingquarze (Frequenzbereich, Frequenztoleranz, Abgleichgenauigkeit, Alterung, Halterabmessungen usw.) und die wachsenden Anforderungen an diese konnte ein Überblick gegeben werden. Zwei Anwendungsbeispiele demonstrierten die Mehrfachausnutzung eines Schwingquarzes in der Schwingerschaltung. Auf die kommende Bedeutung der mechanischen Filter wurde hingewiesen. Es folgten Ausführungen über die Fortschritte in den Fertigungsmethoden und über die Technik der mechanischen Laufzeitglieder.

F.-K. Schröder (Telefunken GmbH), Fortschritte im Lautsprecherbau

Der heute überwiegend verwendete Lautsprechertyp ist der elektrodynamische Papiermembranlautsprecher, dessen noch heute gültiger, prinzipieller Aufbau vor mehr als 30 Jahren von Riegger und Rice-Kellogg angegeben wurde. Obwohl in der Zwischenzeit viele offene Fragen über seine Eigenschaften geklärt wurden, verblieben besonders in bezug auf die Membran manche ungelösten Probleme. Mehrere Untersuchungen in den letzten Jahren befassen sich mit dem Verhalten der schwingenden Membran und geben Hinweise, wie sich ihre Eigenschaften günstig beeinflussen lassen. Es gibt heute eine Reihe von Erzeugnissen der Kunststoffchemie, die sich gut zur nachträglichen Qualitätsverbesserung einer Lautsprechermembran eignen. Sowohl die Reibungsverluste als auch die elastischen Membraneigenschaften lassen sich durch ihre Hilfe verändern. An Hand von Meßbeispielen wurde gezeigt, welche Verbesserungen durch Sickenimprägnieren, Membrantauchen oder -befilmen sowie durch Anordnung von Kupferkurzschlußringen im Magnetluftspalt zu erreichen sind. Die allgemeine Einführung derartiger Maßnahmen hängt bei dem Massenprodukt Lautsprecher, dessen Preis überwiegend durch den Einkaufspreis der Magneten bedingt ist, entscheidend von der dadurch entstehenden Verteuerung ab. In neuerer Zeit wird versucht, auf dem Weg über die Normung von Lautsprechern und Magnetsystemen eine sinnvolle Typenbeschränkung und damit eine Rationalisierung der Fertigung zu erreichen. Dadurch ließen sich die Voraussetzungen schaffen, Verbesserungsmöglichkeiten auch preiswürdig durchführen zu können.

K.-A. Wilk (Telefunken GmbH), Bauelemente für Rundfunkgeräte mit gedruckten Schaltungen

Die Fertigung von Rundfunkgeräten kann durch Verwendung gedruckter Schaltungen rationalisiert und damit produktiver gemacht werden. Bei dieser Fertigungstechnik kann die Herstellung der Schaltung, die Bestückung mit Bauteilen, die Lötung und die Prüfung unter Einschaltung von Automaten erfolgen. Die Umstellung von der bisherigen Verdrahtung auf die gedruckte Schaltung ist hauptsächlich ein konstruktives Problem, für dessen Lösung die Schaffung geeigneter Bauteile entscheidend ist. Neben den rein elektrischen sind fertigungstechnische und wirtschaftliche Forderungen zu erfüllen. Eine gute Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Montagefläche, eine unverwechselbare, für eine maschinelle Bestückung geeignete tauchlötbare Schnellbefestigung und tauchlötbare Anschlußdrähte für die elektrischen Verbindungen sind hierbei einige der wesentlichen Punkte. Neue spezielle Bauteile und Bauformen müssen gefunden werden. Die Zusammenfassung der in verschiedenen Geräteschaltungen immer wiederkehrenden Bauteile zu vorgefertigten Baugruppen und die Umkonstruktion bekannter Baugruppen für den Einsatz in gedruckten Schaltungen sind weitere Entwicklungsaufgaben. Frühzeitige Normungen von Bauteilen, der Form der Montage- und Anschlußfedern und Einordnen in ein vorgegebenes Schema sind aus wirtschaftlichen Gründen erforderlich. An Hand von Beispielen wurde der derzeitige Stand der Technik gezeigt.

Elektronische Meßgeräte und Anlagen für die NF-, HF-, VHF- u. UHF-Technik

Betriebsgeräte, Sende- und Antennenanlagen

INTERKAMA

HALLE A III

ROHDE & SCHWARZ

MÜNCHEN 9

Pfeiffer

HOCHVAKUUMTECHNIK

Iova Ionisations- vakuummeter

Meßbereich
 10^{-3} bis 10^{-7} Torr
 Mit Glasröhre oder
 Metallröhre mit aus-
 wechselbarer Katode,
 Katoden-Schutzrelais.
 Liste 283 F



Theva Thermoelektrisches Vakuummeter

Meßbereich 10 bis 10^{-8} Torr
 Vier Zehnerpotenzen durch
 patentierte Schaltung —
 Als Tisch- oder Einbaugerät
 für bis zu 6 Meßröhren —
 Auswechselbare Skala —
 Geeichte Skala zu Ersatz-
 röhren. — Liste 281 F —



Ultra-Vakuummeter

für höchstes Vakuum
 Meßbereich 10^{-3} bis
 10^{-10} Torr
 Sieben Meßbereiche
 umschaltbar
 Meßröhre mit thorierter
 Iridiumkatode,
 unempfindlich gegen
 Luffeinbrüche.
 Sonderdruck SM 210



Dies sind nur Beispiele aus unserem
 Meßgeräte-Lieferprogramm.

Verlangen Sie unsere Listen und Sonderdrucke !

ARTHUR PFEIFFER GMBH · WETZLAR

Gegründet 1890

Das Sylatron

DK 621.383:621.397

Eine neuartige elektrische Bild- und Anzeigeröhre

Kürzlich führte *Sylvania Electric Products Inc.*, New York, eine Gruppe von neuartigen Bild-„röhren“ vor, bei denen unter Ausnutzung der Elektrolumineszenz und der Photoleitung auf elektronischem Wege Bilder auf eine flache Glasplatte geschrieben werden können. Diese „Sylatron“ genannte Anordnung besteht aus einer auf Glas- oder Metallflächen aufgetragenen lumineszierenden Schicht, die beispielsweise mittels Photoleitung gesteuert wird und dadurch in der Lage ist, nicht nur Licht zu erzeugen, sondern auch Bilder zu schreiben.

Beim gegenwärtigen Stand der Entwicklung stehen drei Grundtypen zur Verfügung. Zahlreiche Kombinationen sind noch in Entwicklung.

Sylatron I besteht aus einer flachen Glas- oder Metallplatte, auf der abwechselnd horizontale leitende Streifen, eine Elektrolumineszenzschicht und vertikale leitende Streifen aufgebracht sind, die $3/64''$ breit sind und einen gegenseitigen, isolierenden Zwischenraum von $1/64''$ haben. Eine quadratische Platte von $2''$ Seitenlänge hat also 32 horizontale und 32 vertikale leitende Streifen. Legt man an einen der horizontalen und an einen der vertikalen Streifen eine Wechselspannung an, dann wird der Phosphor an der Kreuzungsstelle der beiden Leiter zu hellem Leuchten angeregt; es entsteht ein Lichtpunkt. Durch entsprechende Schaltung

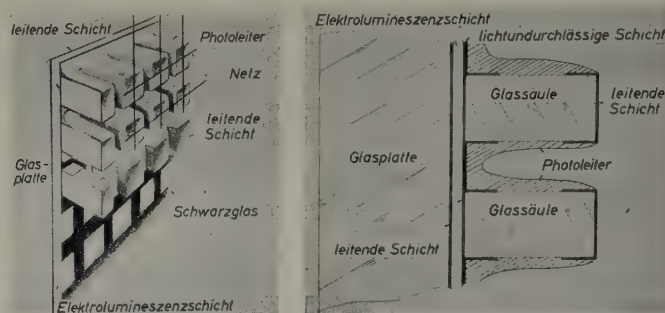


Bild 1. Aufbau des Sylatrons mit Speicherwirkung; der vergrößerte Ausschnitt (rechts) läßt die Schichten im Bereich der Glassäulen deutlich erkennen

der horizontalen und vertikalen Streifen läßt sich also jedes beliebige der 1024 Leuchtelemente anregen. Man kann damit also beispielsweise die Bewegung eines leuchtenden Punktes oder auch eines Linienzuges elektrisch steuern.

Sylatron II ist ein flaches Anzeigegerät mit Speicherwirkung, dessen Aufbau von dem des Sylatron I etwas abweicht. Es besteht aus einer Glasplatte (Bild 1), auf die eine dünne leitende Schicht, eine Elektrolumineszenzschicht und wiederum eine dünne leitende Schicht aufgebracht sind. Auf der Oberfläche sind im Abstand von $1/32''$ Reihen von kleinen quadratischen Glassäulen (Seitenlänge $1/32''$) in der Art eines Waffelens angebracht. Die Flächen zwischen den Säulen sind lichtundurchlässig. Jede Säule trägt oben und unten als eine Art Kappe eine dünne leitende Schicht; die Säulen untereinander sind durch eine photoleitende Schicht verbunden. Schließlich sind die oberen Kappen der Säulen untereinander noch durch ein Metallnetz oder ein leitendes Glas verbunden.

Legt man eine Wechselspannung an die leitende Schicht unterhalb der Elektrolumineszenzschicht und an die leitende Schicht oberhalb der Glassäulen und läßt man auf die Vorderseite oder auf die Rückseite dieser Anordnung einen kurzen Lichtblitz fallen, dann läßt die photoleitende Schicht einen Wechselstrom von der oberen leitenden Glasplatte oder von dem Metallnetz zur leitenden Schicht oberhalb der Elektrolumineszenzschicht fließen, der die unter der Glassäule liegende Phosphorschicht zum Aufleuchten bringt. Das von der Lumineszenzschicht ausgehende und die Glassäule durchdringende Licht genügt, um die einmal eingeleitete Photoleitung aufrechtzuerhalten, so daß der Lichtpunkt auch nach Abklingen des erregenden Lichtblitzes weiterleuchtet (Bild 2). Das Schwarzglas zwischen den Säulen verhindert die Anregung benachbarter Lichtpunkte; es werden also jeweils nur die belichteten Leuchtelemente angeregt. Die Nachleuchtdauer kann beliebig zwischen Sekundenbruchteilen und mehreren Stunden liegen.

Sylatron III ist eine flache Glasplatte mit einer dünnen leitenden Schicht und je einer darüberliegenden Elektrolumineszenzschicht, photoleitenden Schicht und wiederum einer leitenden Schicht. Legt man an die leitenden Schichten eine Wechselspannung an, und projiziert man beispielsweise ein Bild auf die Rückseite der Anordnung, dann wird infolge Steuerung der Anregung des Phosphors durch die photoleitende Schicht das aus Tausenden von Lichtpunkten bestehende Bild auf der Vorderseite sichtbar. Diese Anordnung kann beispielsweise als Bildwandler dienen, der ein aufprojiziertes rotes oder infrarotes Bild in ein blau oder grün leuchtendes Bild umwandelt.

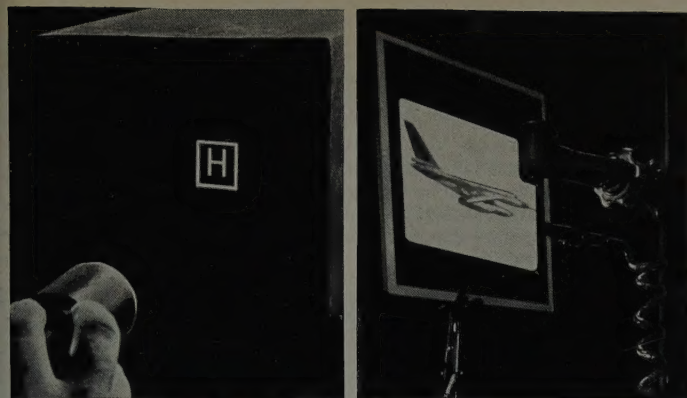


Bild 2. Speicherung eines kurzen Lichteindrucks mit dem Sylvatron. Bild 3 (rechts). Auch die Wiedergabe bewegter Bilder ist mit dem Sylvatron möglich

Von den möglichen Kombinationen dieser drei Grundtypen sind bis heute zwei bekannt. Sylvatron 12 ist eine Kombination der Typen Sylvatron I und II und vermag elektrische Informationen in Lichtpunkte oder Lichtspuren umzuwandeln, die dann als sichtbare Zahlen, Buchstaben oder Bilder gespeichert und sichtbar wiedergegeben werden können. Sylvatron 13, eine Kombination der Typen Sylvatron I und III, kann beispielsweise mit Hilfe elektronischer Steuerung bewegte Bilder wiedergeben (Bild 3).

Die ersten Sylvatrons haben eine Größe von $2 \times 2''$ und $4 \times 4''$; größere Typen sind in Vorbereitung. Die Leuchtfarbe dieser ersten Typen ist grün oder blau, aber je nach Art des Phosphors lassen sich auch andere Leuchtfarben erreichen. Das weite Anwendungsgebiet des Sylvatrons läßt sich heute noch nicht einmal annähernd übersehen. Neben der Möglichkeit, beispielsweise einen Lichtpunkt oder eine Lichtspur zu speichern oder elektrische Informationen direkt in bewegte Bilder umsetzen zu können, ergeben sich weitere interessante Anwendungen für die Radartechnik, indem es jetzt beispielsweise möglich ist, den Weg von Schiffen oder Flugzeugen laufend sichtbar zu machen. Ebenso ist es möglich, an Bord von Flugzeugen die Anzeigen mehrerer Navigations- oder Blindfluginstrumente zu einer einzigen, direkt fliegbaren Anzeige auf dem Sylvatron zu kombinieren und anzuzeigen oder aber die Anzeige eines oder mehrerer Bordinstrumente nach Wahl des Piloten jeweils an derselben Stelle im günstigsten Blickfeld auf dem Schirm des Sylvatrons sichtbar zu machen.

ANGEWANDTE ELEKTRONIK

Wechselspannungs-Stabilisator „PE 4213“

Die *Elektro Spezial GmbH* hat neben dem seit langem bekannten *Philips* Wechselspannungs-Stabilisator „PE 7776“ (Nennleistung 2 kVA, Regelbereich $-15\% \dots +10\%$) die modifizierte Ausführung „PE 4213“ herausgebracht, die bei 1,5 kVA Nennleistung Netzspannungsschwankungen von $-30\% \dots +10\%$ bei 220 V, 50 Hz, auf $\pm 0,2\%$ ausregelt.

Zukunftsreiche Trägheits-Navigation

Wegen ihrer Unabhängigkeit von äußeren Einflüssen gewinnt die Trägheits-Navigation für Schiffe, Flugzeuge und gelenkte Flugkörper zunehmend an Bedeutung. Bei derartigen Systemen hat die Elektronik einen Anteil von etwa 25 bis 40%, der Rest entfällt auf elektromechanische Einrichtungen. Vor etwa vier Jahren waren solche Systeme noch mit über 300 Röhren ausgestattet, heute genügen etwa sechs Röhren und 200 Transistoren. Man rechnet damit, daß während der nächsten 15 Jahre der Produktionswert dieser Anlagen von 40 Millionen Dollar auf 400 Millionen Dollar steigen wird. Der Preis einer Anlage liegt heute schätzungsweise bei 50000 bis 100000 Dollar. Wenn dieses Navigationsverfahren auch für kommerzielle Zwecke verwendet werden soll, muß der Preis auf etwa 5000 bis 8000 Dollar fallen, was Fachleute durchaus für möglich halten.

Elektronisches Zeitmeßgerät „251-A“

Für exakte Zeitmessungen im Bereich $3 \mu s \dots 1 s$ mit $\pm 1 \mu s$ Genauigkeit liefert die *Computer-Measurements Corporation* das Zeitmeßgerät „251-A“, dessen Meßbereich durch Zusatzeinrichtungen bis auf 100000 s erweitert werden kann. Das zu messende Zeitintervall kann durch eine gemeinsame oder zwei voneinander unabhängige Spannungen gegeben sein, die von elektrischen, optischen oder mechanischen Gebern geliefert werden. Zwei kontinuierlich arbeitende und voneinander unabhängige Regler gestatten das Einstellen der Ansprechempfindlichkeit ($0,2 V_{eff}$) auf jeden Spannungswert zwischen $-300 V$ und $+300 V$.

BOSCH MP-Einheits-Konden- satoren Klasse 1



KO 357

BOSCH MP-Einheits-Kondensatoren Klasse 1 für besonders hohe klimatische Anforderungen.

Diese Kondensatoren werden verwendet in feuchten Räumen aller Zonen, im Freiluftklima der gemäßigten Zone, der trockenen und feuchten Tropen und im arktischen Freiluftklima.

Ausführung: MP-Wickel in rundem Aluminiumgehäuse mit eingelötetem Stahlblechdeckel, durch allseitige Lackierung korrosionsfest. Glasdurchführungen mit Lötösen zum Anschließen der Leitungen. Gewindebolzen am Gehäuseboden zum Befestigen des Kondensators und gleichzeitig als Erdanschluß.

Lieferbar in folgenden Größen:

Nennspannung (Spitzenspannung) Gleichstrom V	Zul. Wechsel- spannung 50 Hz V	Kapazitäten μF
160 (240)	75 DB 115 AB	1 — 32
250 (375)	125 DB 190 AB	0,5 — 40
350 (525)	150 DB 225 AB	0,5 — 32
500 (750)	220 DB 330 AB	0,1 — 20
750 (1125)	250 DB 375 AB	0,5 — 8

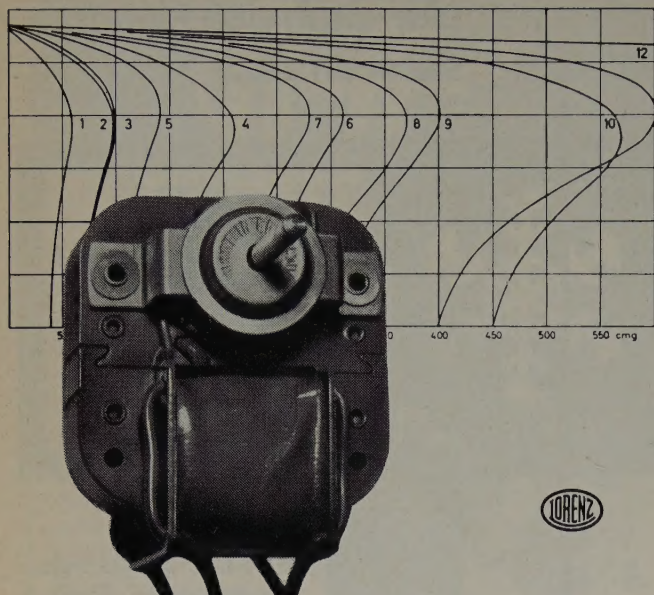
DB = Dauerbetrieb
AB = Aussetzender Betrieb

BOSCH MP-Kondensatoren heilen Durchschläge selbsttätig ohne Betriebsunterbrechung. BOSCH MP-Kondensatoren sind kurzschlußsicher, unempfindlich gegen kurzzeitige Überspannungen und praktisch induktionsfrei. Abmessungen und Gewicht sind besonders gering.

ROBERT BOSCH GMBH STUTTGART
Postfach 50



Spaltpol-Kleinmotoren



asynchron und synchron

zum Anschluß an 110 V oder 110/220 V~
und Netzfrequenzen von 50 oder 60 Hz
Leistungsabgabe 1,5 ... 18 W

Millionenfach geliefert

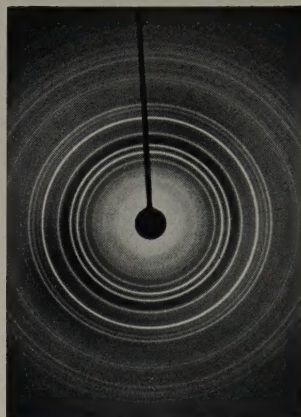
C. Lorenz AG., Stuttgart



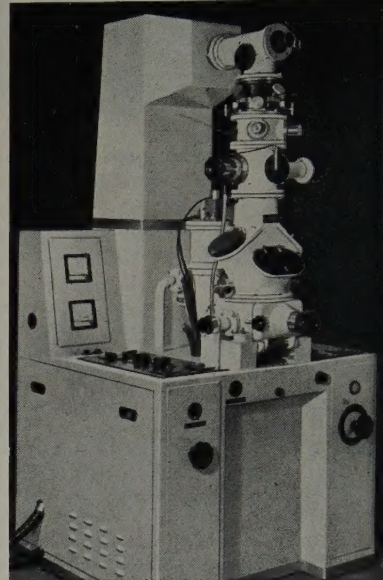
LORENZ

Elektronen-Diffraktograph

Für Strukturuntersuchungen in Wissenschaft, Chemie und Technik, für Untersuchungen und Prüfungen dünner Schichten und für andere ähnliche Zwecke bedient man sich heute vielfach des Elektronen-Diffraktographen. Das Modell „KD“ der Firma Trüb, Täuber & Co. AG arbeitet mit einer kalten Katode von praktisch unbegrenzter Lebensdauer und erreicht eine optische Linienbreite von besser als 0,1 mm bei Pulverdiagrammen und einen Strahldurchmesser von weniger als 10 μ (ohne Kollimation oder Spezialblende) bei Fokussierung im Präparat. Der ohne Demontage auswechselbare Leuchtschirm kann von drei Beobachtern



Ausschnitt aus einem Diagramm einer im „KD3“ aufgedampften Schicht aus Gold und Antimon



Elektronen-Diffraktograph „KD3“

gleichzeitig betrachtet werden. Für fotografische Aufnahmen genügt Aufklappen des Leuchtschirms. Anoden- und Kondensorblende sind in zentrierten Konussen gehalten. Das elektronenoptische System besteht aus zwei magnetischen Linsen (Kondensor und Lupe) mit veränderbarer Brennweite und erlaubt Fokussierung auf dem Leuchtschirm für Pulverdiagramme, Fokussierung im Präparat für Feinstrahlbeugungen, Fokussierung oberhalb des Präparats für schattenmikroskopische Abbildungen, Abbildung des Präparats durch die Lupe (bis 50fache Vergrößerung) und Vergrößerung einzelner Reflexe mit Hilfe der Lupe.

Der Elektronenstrahl-Diffraktograph „KD 3“ besteht aus Metallentladerohr (Strahlspannung 20...50 kV, selbstzentrierte Anodenblende im Konus, Lufteinlaßventil zum Regulieren des Entladestromes), Anodenkopf (mit Kugel- und Planverschiebung für die Strahlzentrierung), Kondensorkopf (mit zentrierbarer magnetischer Kondensorlinse), Objektkammer (mit Vakuumschleuse für zwei Objektpatronen, um Schleusenachse axial verschiebbar und drehbar, Beobachtungsfenster mit Objektbeleuchtung), Beobachtungskammer (mit elektromagnetischer Lupe, drei Beobachtungsfenstern und aufklappbarem Leuchtschirm von 7,5 cm \varnothing), Aufnahmekammer (Schleuse, Plattenkassette 9 \times 12 cm) und dem Schaltpult. Von dem reichhaltigen Zubehör sind besonders zu erwähnen der universelle Einstellkopf mit Objekthalter zum Einbau an Stelle der Objektschleuse, deren Einstellschrauben mit Teilung folgende Bewegungen abzulesen gestatten: Translation in Ebene senkrecht zur Strahlachse und in einer zu dieser Ebene senkrechten Ebene sowie je eine Rotation um eine dieser beiden Translationsachsen. Der heizbare Universal-Einstellkopf mit Objekthalter ist für Untersuchungen bei Temperaturen bis maximal 900° C geeignet.

Dekadischer Zähler und Untersetter „TS 10“ mit Transistoren

Die dekadischen Zähler „TS 10“ der Firma Vanner Electronics Ltd., New Malden (Surrey), sind im Temperaturbereich $-10^{\circ}\text{C} \dots +30^{\circ}\text{C}$ sowohl als Zähler als auch als Untersetter für Frequenzen bis 30 kHz geeignet. In dem luftdicht verschlossenen Gehäuse (etwa 85 \times 115 \times 19 mm, Gewicht 300 g) mit achtpoligem Stecker ist die mit Transistoren und Germaniumdioden bestückte Zählschaltung untergebracht, die sich durch verschiedenartigen Anschluß der Steckerstifte besonders einfach für die verschiedensten Anwendungszwecke einsetzen läßt. Die Betriebsspannung ist 10 V, jedoch arbeitet die Einheit auch noch bei Spannungen von 4 V. Nur wenn im Bereich der oberen Frequenzgrenze gearbeitet wird, muß die Spannung von 10 V auf $\pm 1,5$ V eingehalten werden. Ohne vorgeschalteten Impulsformer sind Eingangsspannungen (Impuls- oder Rechteckspannungen) von 1...4 V Amplitude erforderlich, mit vorgeschaltetem Impulsformer arbeitet der Zähler mit 2...8 V_{sp} Eingangsspannung, unabhängig von



INTERMETALL

GESELLSCHAFT FÜR METALLURGIE
UND ELEKTRONIK M.B.H. DÜSSELDORF

Wir fertigen in unserem Werk in Düsseldorf:

Silizium-Flächentransistoren

Silizium-Zenerdioden

Silizium-Flächendiode

Silizium-Leistungsgleichrichter

**Germanium-Transistoren für HF, NF-
und Schalterstufen**

Germanium - Subminiatur - Transistoren

Germanium - Subminiatur - Flächendiode

Weiterhin liefern wir:

**Germanium - Leistungstransistoren
mit einer zulässigen Verlustleistung
von 15 W**

INTERMETALL

Verwaltung: Königsallee 14/16

Vertrieb: Flingerstraße 1/3

FS 08582633, Telefon-Sammel-Nr. 10717

der Kurvenform. Der Anschluß von Meßinstrumenten ($500 \mu A$) zur Anzeige des Zählwertes ist möglich. Für mehrstufige Zähler genügt der abgegebene Ausgangsimpuls einer Zählleinheit, um ohne zwischengeschaltete Impulsformerstufe die nächste Dekade zu steuern. Rückstellung auf 0 oder 9 ist durch kurzzeitige Kontaktgabe mittels Druckknopfes möglich.

Automatisierung auch für Reparatur?

Während die Automatisierung von Herstellungsbetrieben auch in den Vereinigten Staaten noch am Anfang steht, beginnt man dort bereits zu untersuchen, wie Reparatur- und Unterhaltungsarbeiten automatisch durchgeführt werden können. Man ist sich darüber klar, daß die erhöhte Produktivität automatischer Fertigungsbetriebe nur dann voll ausgenutzt werden kann, wenn auch die Instandhaltung der hergestellten Geräte automatisch vor sich geht.

Diese Fragen waren ein Hauptthema auf dem Sommertreffen der *American Society of Mechanical Engineers* in San Francisco. *General Electric's* Gasturbinen-Abteilung brachte bereits eine Beschreibung von Einrichtungen zum automatischen Auseinandernehmen, Instandsetzen und Wiederzusammenfügen von Flugzeugmotoren.

Ultraschallgerät zur Messung von Elastizitätsmoduln

Bell Telephone Laboratories haben ein Gerät entwickelt, das mit Hilfe von Ultraschall den Elastizitätsmodul kleiner Proben der verschiedensten Materialien bestimmt. Es werden kurze Impulse ausgesendet und ihre Fortpflanzungsgeschwindigkeit in der Probe gemessen. Aus der bekannten Dichte läßt sich dann der Elastizitätsmodul ableiten. Die Messung kann in einem weiten Temperatur- und Druckbereich erfolgen.

UKW-Reflexion an Meteorströmen

Mittlere UKW-Reichweiten können durch Reflexion an Meteorströmen, die in etwa 100 km Höhe um die Erde laufen, erreicht werden. Dies ergaben erfolgreiche Versuche des *Stanford Research Institute* (Calif.) und des *Montana State College*. Über etwa 1200 km war von 30 bis 100 MHz gute Telefonie- und Funkschreibübertragung möglich. Das Verfahren dürfte bis ungefähr 2000 km anwendbar sein.

Elektronik für Eisenbahn

Amerikanische Eisenbahnen verwenden in zunehmendem Maße elektronische Hilfsmittel. Elektronische Blockeinrichtungen, radar- und computergesteuerte Verschiebeanlagen, Funksprechen und Fernsehen im Rangierdienst und Fahrdienst, Zugsicherungseinrichtungen, funkgesteuerte Führerstandsignale, Melder für heiße Achsbuchsen sind nur einige der vielen Anwendungen.

UHF-Meßsender „SLSD“ für Frequenzbereich 300...940 MHz

Für stetig regelbare Ausgangsspannungen zwischen 1 mV und 4 V (EMK) bei Innenwiderständen von 50, 60 oder 75 Ohm liefert *Rohde & Schwarz* den UHF-Meßsender „SLSD“ (BN 41003) mit $\pm 1\%$ Frequenzfehlergrenze und einer kleinsten noch ablesbaren Frequenzänderung von etwa 10^{-6} . Nach zwei Stunden Einlaufzeit ist die Frequenzänderung $< 6 \cdot 10^{-5}$. Mit Hilfe eines Zeigerinstrumentes (Eichung 0,1...7 V) wird die Ausgangsspannung oberhalb 0,1 V im Frequenzbereich 300...940 MHz in drei Bereichen mit $\pm 15\%$ Fehlergrenzen angezeigt. Mit Hilfe des eingebauten,



jedoch nicht geeichten Spannungsteilers lassen sich auch kleine Spannungen bis etwa 1 mV einstellen. Dieser Teiler hat eine Relativeichung von 70 dB. Die Oszillatorfrequenz wird mit 1000 Hz (abschaltbar) rechteckmoduliert (Flankensteilheit 10 μs , Modulationsgrad 100%). Störungen durch Brumm-Modulation bleiben unter 0,1%.

Die Ausgangsleistung (max. 60 mW), Frequenzkonstanz und leichte Einstellbarkeit machen den Meßsender auch für solche Messungen gut geeignet, die mit Meßleitungen oder Impedanz-Meßgeräten durchgeführt werden sollen. Man kann hierzu eine Meßleitung mit einfachem Detektorkreis und Instrument als Anzeigergerät verwenden.

Helipot

Feindrahtpotentiometer

höchster Präzision

in Ring- und Wendelform

mit linearer und

nichtlinearer Charakteristik

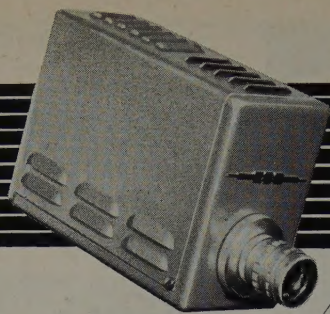
BECKMAN INSTRUMENTS GMBH

MÜNCHEN 45

EIN ZWEIGWERK DER BECKMAN INSTRUMENTS INC.

FULLERTON · KALIFORNIEN · USA

Bitte fordern Sie Prospekte bei Abt. 10 B 2 an



FERNSEHANLAGEN FUNKSPRECH- GERÄTE

Elektro
AKUSTIK



TEKADE
NÜRNBERG 2

**DIODEN
TRANSISTOREN**

AUS INDUSTRIE UND WIRTSCHAFT

Navigationshilfe an Bord von Schiffen und Flugzeugen durch polare (Rho-Theta) Funkortungsverfahren

Der Ausschuß für Funkortung hatte für die Zeit vom 28. bis 30. Oktober 1957 zu einer Diskussionstagung nach Essen (Haus der Technik) eingeladen. Radar-Verfahren als Navigationshilfe an Bord von Schiffen (Bord-Radar mit Relativ-Anzeige; Bord-Radar mit Absolut-Anzeige; Bord-Erfahrungen über die Navigationshilfe durch Sicherungs-Radar-Anlagen), Neuentwicklungen und neue Möglichkeiten polarer Funkortungsverfahren als Navigationshilfe an Bord von Schiffen, polare Funkortungsverfahren als Navigationshilfe für Schifffahrt und Luftfahrt, Navigationshilfe an Bord von Flugzeugen durch polare Funkortungsverfahren (Bord-Radar; Bord-Erfahrungen über die Navigationshilfe durch polare Boden-Funkortungs-Anlagen), Verbesserungen, Neuentwicklungen und neue Anwendungsmöglichkeiten polarer Funkortungsverfahren als Navigationshilfe an Bord von Flugzeugen waren die Hauptthemen der 17. laut Tagesordnung angesetzten und die Diskussionen in- und ausländischer Fachleute einleitenden Vorträge.

Wirtschaftsdienst Studienreisen

In Zusammenarbeit mit dem RKW und anderen Fachverbänden führt der Wirtschaftsdienst Studienreisen in der Hapag-Lloyd-Reisebüroorganisation wieder eine Anzahl von Studienreisen nach den USA zur Förderung des Erfahrungsaustausches aus. Eine Reise zum Studium der Betriebsautomatisierung in Fertigungsbetrieben ist für die Zeit vom 27. November bis 16. Dezember 1957 angesetzt. Das Thema „Elektronische Geräte“ wird z. B. im nächsten Jahre in einer Reise in der Zeit vom 30. September bis 21. Oktober behandelt, „Montageautomaten“ in einer Studienreise, die vom 29. April bis 19. Mai 1958 stattfindet.

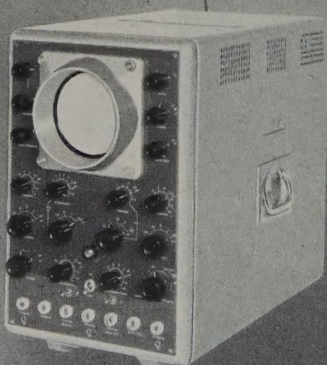
Messen an Zahnrädern und Getrieben

Die VDI-Fachgruppe Messen und Prüfen, Düsseldorf, veranstaltet am 21. und 22. November 1957 in Frankfurt a. M. (Batelle-Institut) eine Tagung „Messen an Zahnrädern und Getrieben“. In 10 Vorträgen werden dabei die Themen Messen an Getrieben, Messen an Verzahnmaschinen und Verzahnwerkzeugen, Messen an Zahnrädern sowie Messen an Kegelrädern behandelt.

FÜR KÜRZESTE IMPULSE

ANSTIEGSZEIT
15 nsec

**BIS 30 MHz
ZUVERLÄSSIG
EXAKT
ROBUST
PREISWERT**



IMPULS-OSZILLOGRAPH

PINTSCH ELECTRO

G. M. B. H.
KONSTANZ / BODENSEE

NEUBERGER

Vielfach-Messgerät

„TESTAVO“



57 MESSBEREICHE

- 12 Gleichstrom-Messbereiche: 30 μ A ... 1200 mA
 - 11 Wechselstrom-Messbereiche: 120 μ A ... 1200 mA
 - 11 Gleichspannungs-Messbereiche: ($R_i = 33333 \Omega / V$) 60 mV ... 1200 V
 - 10 Gleichspannungs-Messbereiche: ($R_i = 10000 \Omega / V$) 1,2 V ... 1200 V
 - 10 Wechselspannungs-Messbereiche: ($R_i = 10000 \Omega / V$) 1,2 V ... 1200 V
 - 3 Widerstands-Messbereiche: 100 Ω / 100 K Ω / 10 M Ω
- Anzeigegenauigkeit: Gleichstrom $\pm 1\%$ vom Skalenendwert.
Wechselstrom v. 30 bis 15000 Hz bei unverzerrter Kurvenform $\pm 1,5\%$ vom Skalenendwert. Skalenbogenlänge 125 mm
Abmessungen ca. 215 x 272 x 110 mm

NEUBERGER MÜNCHEN 25

Zur Interkama, Düsseldorf, Halle B, Stand 155